

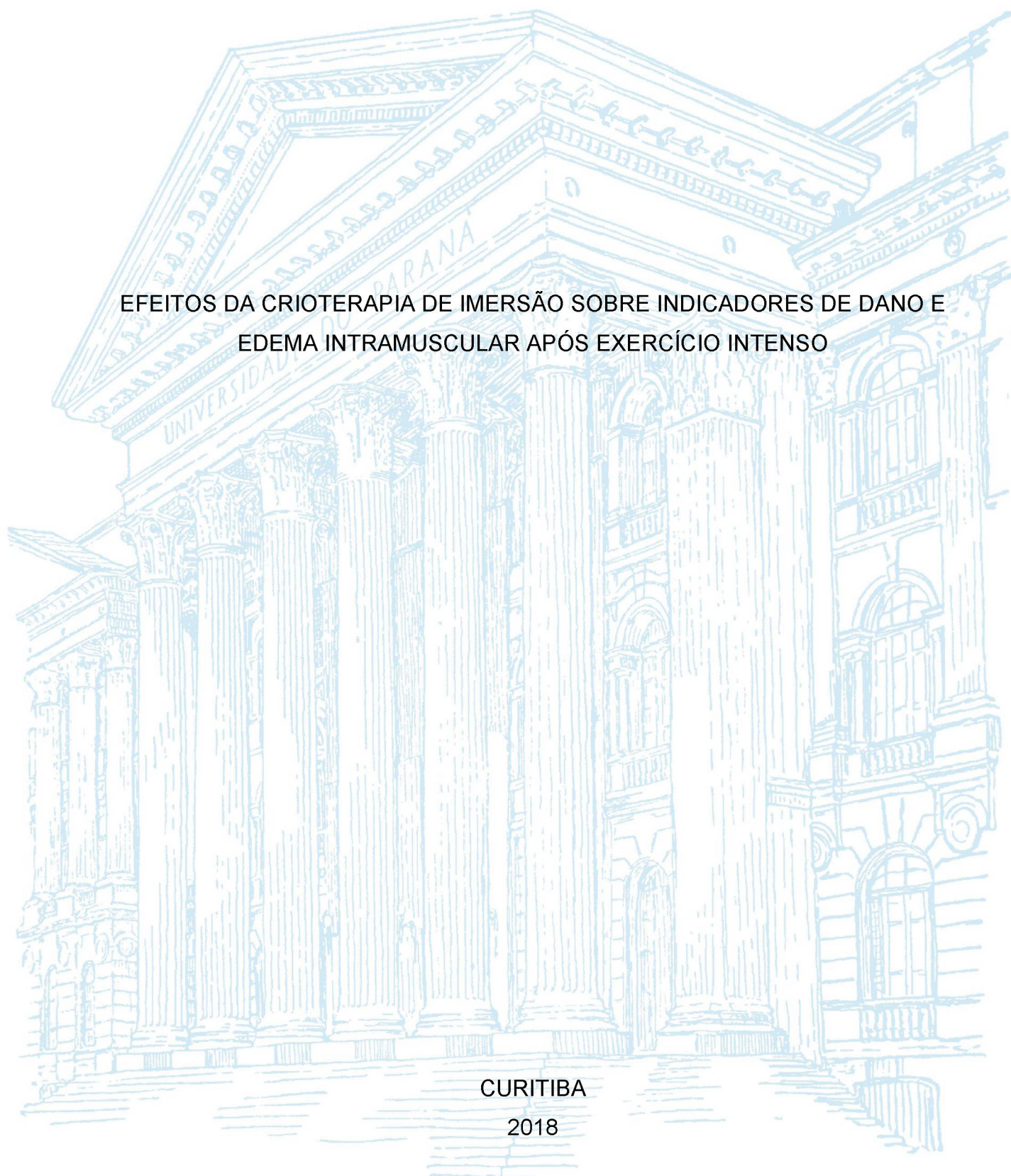
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

YURI RAFAEL DIAS

EFEITOS DA CRIOTERAPIA DE IMERSÃO SOBRE INDICADORES DE DANO E
EDEMA INTRAMUSCULAR APÓS EXERCÍCIO INTENSO

CURITIBA

2018



YURI RAFAEL DIAS

EFEITOS DA CRIOTERAPIA DE IMERSÃO SOBRE INDICADORES DE DANO E
EDEMA INTRAMUSCULAR APÓS EXERCÍCIO INTENSO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Raul Osiecki

Coorientador(a): Prof(a). Dr(a). André Luiz Félix Rodacki

CURITIBA

2018

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Telma Terezinha Stresser de Assis –CRB/9-944)

Dias, Yuri Rafael

Efeitos da crioterapia de imersão sobre indicadores de dano e edema intramuscular após exercício intenso. / Yuri Rafael Dias. – Curitiba, 2018.
77 p.: il. ; 30cm.

Orientador: Raul Osiecki

Coorientador: André Luiz Félix Rodacki

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Crioterapia. 2. Exercícios físicos. I. Título. II. Osiecki, Raul. III. Rodacki, André Luiz Félix. IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (20. ed.) 615.8329



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **YURI RAFAEL DIAS** intitulada: "**Efeitos da crioterapia de imersão sobre indicadores de dano e edema intramuscular após exercício intenso**", após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 27 de Fevereiro de 2018.

RAUL OSIECKI

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

SERGIO GREGÓRIO DA SILVA

Avaliador Interno (UFPR)

JULIO CESAR BASSAN

Avaliador Externo (UTFPR)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família, amigos e minha amada Marina Ulsom, e em especial a minha amada tia Maria Claudia Dias (*in memoriam*) e minha avó Dona Totinha (*in memoriam*), às quais muito me ensinaram e incentivaram nos anos os quais pudemos conviver. *I Miss You.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a toda minha família, que sempre me apoiou desde os primeiros passos dentro desta magnífica casa que é a Universidade Federal do Paraná no ano de 2011, até os dias de hoje.

À minha mãe Marilda da Silveira Dias, por toda a paciência e dedicação, obrigado por ser meu exemplo de superação e força a cada dia que se passa nesta longa trajetória chamada VIDA.

Aos meus queridos avós Dona Totinha (*in memoriam*) e Seu Cabinho, que mesmo distantes nunca deixaram de demonstrar seu orgulho pelo neto, seja por um poema de cordel ou por um Vatapá quando estava a visitá-los. Agradeço profundamente todo o carinho e a família maravilhosa que construíram.

À minha amada Marina Ulsom, que com muita paciência me apoiou e encorajou durante estes dois anos de dedicação intensa aos estudos e trabalho. Muito obrigado pelo seu amor e carinho nos momentos mais difíceis desta trajetória.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Raul Osiecki, obrigado pela confiança e por acreditar em meu potencial e acima de tudo por ser extremamente humano e compreensivo nos momentos de maior dificuldade nos quais sempre surgia com alguma frase marcante ou conselho fundamental.

Ao Coorientador Prof. Dr. André Rodacki, pelas broncas necessárias e ensinamentos a qualquer hora, agradeço pelas valiosas contribuições acadêmicas e pelas oportunidades dadas. Agradeço também pelo espaço e aparelhagem do CECOM – Centro de Estudos do Comportamento Motor cedidos para a realização desta pesquisa.

Aos colegas do “CEPECOM” que tornaram estes dois anos mais prazerosos e divertidos, em especial: Juan, Thaynara, Alysson, José Moiano, Diogo Palumbo, Susana, Luana, Jhonny, Carol, Pamela e Poliana, saibam que vocês foram verdadeiros amigos que sempre se desdobraram para ajudar aos outros sem esperar nada em troca, seja com conversas, imitações ou ajuda nos famosos pilotinhos da temperatura da água no meio do inverno.

Aos amigos e colegas de trabalho da Cia Athletica Curitiba e aos meus coordenadores Coimbra e Luiz Otávio, meu muito obrigado pelas diversas conversas enriquecedoras que tivemos em várias oportunidades, vocês que por muitas vezes

foram mais que “chefes”, foram como irmãos, orientando e auxiliando para que não deixasse o cansaço prejudicar aqueles que dependiam do meu trabalho para melhorar suas vidas.

A todos os participantes voluntários desta pesquisa, agradeço pelo tempo e esforço disponibilizados e por literalmente “darem o sangue” em prol da ciência.

Ao secretário do PPGEDF/UFPR, Rodrigo, por todo auxílio, amizade e trabalho dedicado a nós seja qual fosse a hora do dia. Também agradeço ao Coordenador do PPGEDF/UFPR, Professor Dr. Fernando Renato Cavichioli e todos os funcionários da UFPR, que de maneira direta ou indireta, proporcionaram um ambiente melhor para o trabalho de todos.

Por fim, também gostaria de agradecer a todas as pessoas que me incentivam e contribuem para que minha pessoa sempre esteja em evolução.

“Uma hora você vai cansar, vai abaixar a cabeça e vai querer desistir. Mas lembre-se de uma coisa: você não derramou lágrimas e suor à toa, você não chegou até aqui para desistir. Levante a cabeça, o resultado pode não vir hoje ou amanhã, mas está bem próximo. E nunca se esqueça: O seu melhor de hoje, será pior que o de amanhã! ”.

Yuri Rafael Dias.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo verificar os efeitos da Crioterapia de Imersão (CI) sobre os indicadores de dano e edema intramuscular em homens praticantes de exercícios físicos. Quatorze homens, com idade entre 18 e 35 anos, foram divididos aleatoriamente em dois grupos (GE = 8 GC = 6) participaram de uma bateria de 3 dias de avaliação. No primeiro dia ambos os grupos foram submetidos a um protocolo de exercícios concêntrico e excêntrico (4 séries de 10 repetições), para os extensores do joelho, em dinamômetro isocinético. Logo após o exercício, o GE foi submetido a CI durante 15 minutos a uma temperatura controlada de 10°C enquanto o GC permaneceu sentado durante os mesmos 15 minutos. Todos foram submetidos a 4 coletas de sangue intravenoso, para a mensuração dos níveis de CK e DHL, nos momentos Pré Exercício, Imediatamente Após o Exercício, 24 e 48 horas após o Exercício. Também foram aferidas as percepções de dor e recuperação através das escalas EVA e TQR, potência de membros inferiores por meio do Salto Vertical (SV), Amplitude de Movimento (ADM) através de um goniômetro manual, Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) pelo Dinamômetro Isocinético, intensidade de sinal echo (US_{echo}) por ultrassonografia. Para a análise estatística foi utilizada a ANOVA modelo misto para medidas repetidas seguida do Post-Hoc de Bonferroni para identificar as diferenças entre grupos/momentos, a significância foi estabelecida em $p \leq 0,05$. Com relação às variáveis bioquímicas, a CK mostrou-se estabilizada durante as 48 horas no GE enquanto que no GC demonstrou aumento em relação ao Pré nos momentos 24 e 48 horas. Por outro lado, a DHL apresentou diferença significativa entre grupos no momento 48 horas, entre 24 e 48 horas no GE e entre os momentos 48 horas e IAE no GC. As análises de imagem pela US_{echo} revelaram um efeito da CI na redução de edema intramuscular após a realização do tratamento, quanto que o GC obteve um aumento significativo após o repouso. A CIVM não apresentou diferenças entre grupos, apenas diminuição significativa após a realização do exercício. A ADM não foi influenciada pelo tratamento no GE apresentando somente diferenças entre o momento IAE e 48 horas em ambos os grupos e entre 24 e 48 horas para o GC. O SV exibiu diferenças entre grupos nos momentos IAE, 24 e 48 horas. As escalas de dor e recuperação apresentaram comportamentos semelhantes, ambas com diferenças entre os grupos no momento 48 horas, enquanto o GE estatisticamente retornou aos valores iniciais, o GC mostrou-se estatisticamente mais alto. Deste modo, foi observado que a CI promoveu efeitos benéficos na percepção de recuperação potência de membros inferiores, manutenção dos marcadores bioquímicos, bem como redução do edema intramuscular, sendo este um método eficaz para a recuperação.

Palavras-Chave: Crioterapia, Exercício Intenso, Recuperação

ABSTRACT

The present study aimed to verify the effects of Cold Water Immersion (CWI) on the indicators of intramuscular damage and swelling in Active Men. Fourteen men, aged 18-35 years, were randomly divided into two groups (CWI = 8 CG = 6) and participated of 3 consecutive days of evaluation. On the first day both groups were submitted to a concentric and eccentric exercise protocol (4 sets of 10 repetitions), for knee extensors, in an isokinetic dynamometer. Immediately after exercise, the CWI group done CWI for 15 minutes at a controlled temperature of 10 °C while the CG remained seated for the same time. All subjects were submitted to 4 intravenous blood samples for the measurement of CK and LDH levels at the Pre-Exercise moment, Immediately after Exercise, 24 and 48 hours after Exercise. The perceived local pain and recovery were also assessed through the VAS and TQR scales, lower limb power through Vertical Jump (VJ), Range of Motion (ROM) through a manual goniometer, Maximal Voluntary Isometric Contraction (MVIC) by Dynamometer Isokinetic, echo intensity (US_{echo}) by ultrasonography. For the statistical analysis, the mixed-model ANOVA for repeated measurements was used followed by Bonferroni Post-Hoc to identify the differences between groups / moments, the significance was set at $p \leq 0.05$. Regarding the biochemical variables, CK was stabilized during the 48 hours in the CWI group, while in the CG showed an increase in relation to the Pre at moments 24 and 48 hours. On the other hand, the LDH showed significant difference between groups at the time 48 hours, between 24 and 48 hours in the CWI group and between the moments 48 hours and IAE in the CG. US_{echo} imaging revealed an effect of CWI on the reduction of intramuscular swelling after treatment, whereas CG achieved a significant increase after resting. The MVIC showed no differences between groups, only a significant decrease after the exercise in both groups. The ROM was not influenced by the treatment in the CWI Group showing differences only between the IAE moment and 48 hours in both groups and between 24 and 48 hours for the CG. VJ showed differences between groups at IAE moments, 24 and 48 hours. The pain and recovery scales presented similar behaviors, both with differences between the groups at the moment 48 hours, while the CWI group statistically returned to the initial values, the CG was statistically higher. In this way, it was observed that CWI promoted beneficial effects on the sensation of recovery on lower limbs, maintenance of biochemical markers, as well as reduction of intramuscular swelling, which is an effective method for recovery.

Key-Words: Cold Water Immersion, Intense Exercise, Recovery

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Ilustração do Sarcômero antes e depois de uma contração.....	22
Figura 2. Adaptação da taxonomia proposta por Enoka e Duchateau (2016).	23
FIGURA 3. Representação da reconstrução realizada por Lixandrão et al. para comparar a área de secção transversa do Vasto lateral entre a Ressonância Magnética e Ultrassonografia (Lixandrão Et al. 2014).....	25
FIGURA 4. Valores Plasmáticos da Atividade de Creatina Kinase de um Grupo com Crioterapia (circulo) e Controle (Quadrado) imediatamente após 3 dias de exercício excêntrico intenso para flexores do cotovelo (Eston & Peters, 1999).	27
Figura 5. Visualização do Desenho Experimental. (AC) Avaliação de Caracterização, (ADM) Amplitude de Movimento, (US) Ultrassonografia, (SV) Salto Vertical, (CIVM) Contração Isométrica Voluntária Máxima, (CS) Coleta de Sangue, (EVA) Escala Visual Analógica, (ER) Escala de Recuperação, (GE) Grupo Experimental, (GC) Grupo Controle.....	31
FIGURA 6. Posicionamento do guia para tomada de imagens na distância de 30% do segmento da coxa.	33
FIGURA 7. Representação da reconstrução do Vasto Lateral de 1 (um) sujeito.	34
FIGURA 8. Representação do teste de salto vertical executado	37
FIGURA 9. Posicionamento do avaliado no Dinamômetro Isocinético para realização da CIVM	39
FIGURA 10. Avaliação da ADM de extensão do joelho com o goniômetro. Fonte: BATISTA et al. 2006.....	40
Figura 11. Voluntário Realizando Imersão em Gelo. Fonte: Dados do Pesquisador	43
Figura 12 - Imagens representativas do Vasto Lateral (VL) utilizado para as análises mensuradas nos momentos Pré e 48 horas para o GE (A e B) e GC (C e D) respectivamente.	51

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Características gerais da amostra e valores de Área de Secção Transversa do Vasto Lateral dos avaliados.....	45
TABELA 2 – Comportamento dos Níveis plasmáticos de CK (U/L).....	46
TABELA 3 – Comportamento dos Níveis plasmáticos de DHL (U/L).	47
TABELA 4 - Comportamento da média de intensidade de pixels (US_{echo}), do vasto lateral, nos diferentes momentos.	49
TABELA 5 - Pico de torque da CIVM da perna direita (N/m).....	53
TABELA 6 - Comportamento do SV (cm) durante os diferentes momentos.....	54
TABELA 7 - Correlação entre as escalas de percepção de dor e percepção de recuperação nos diferentes momentos.	59
TABELA 8 - Correlação entre US_{echo} e Níveis Plasmáticos de DHL.	60
TABELA 9 - Correlação entre US_{echo} e os Níveis Plasmáticos de CK.....	60
TABELA 10 - Correlação entre US_{echo} e Níveis reportados na escala TQR.....	60
TABELA 11 - Correlação entre US_{echo} e níveis reportados na escala EVA.....	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comportamento da ADM (graus) da Perna Direita.	55
Gráfico 2 - Visualização dos níveis de percepção de dor através da EVA (Escala Visual Analógica).....	57
Gráfico 3 - Níveis de Recuperação através da escala TQR (Total Quality Recovery Scale).	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CK – Creatina Kinase

DHL – Desidrogenase Láctica

CI – Crioterapia de Imersão

GE – Grupo Experimental

GC – Grupo Controle

CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima

ADM – Amplitude de Movimento

SV – Salto Vertical

US_{echo} – Intensidade echo por Ultrassonografia

AI – Área de Interesse

AST – Área de Secção Transversa do músculo

VL – Vasto Lateral

EVA – Escala Visual Analógica

TQR – Total Quality Recovery Scale

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA SOCIAL.....	18
2	OBJETIVOS	19
2.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3	HIPÓTESES TESTADAS	21
4	ANTECEDENTES CIENTÍFICOS	22
4.1	DANO MUSCULAR PELO EXERCÍCIO FÍSICO	22
4.2	INTENSIDADE ECHO DE ULTRASSONOGRAFIA.....	24
4.3	MARCADORES BIOQUÍMICOS DE DANO MUSCULAR.....	25
4.4	CRIOTERAPIA DE IMERSÃO	28
5	MATERIAIS E MÉTODOS	29
5.1	CARACTERÍSTICA DA PESQUISA.....	29
5.2	LOCAL DA PESQUISA.....	29
5.3	CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA	29
5.3.1	Crítérios de Inclusão e Exclusão.....	30
5.4	DESENHO EXPERIMENTAL	30
5.5	INTRUMENTOS DE MEDIDAS E AVALIAÇÕES E FONTES DOS MATERIAIS DE PESQUISA	31
5.5.1	Avaliação de Caracterização Amostral.....	31
5.5.2	Medição de Área de Secção Transversa e Intensidade de Sinal Echo.....	32

5.5.3	Mensuração Dos Níveis Plasmáticos De Creatina Kinase (CK) e Desidrogenase Lática (DHL).....	36
5.5.4	Avaliação de Potência de Membros Inferiores (Salto Vertical)	36
5.5.5	Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM)	37
5.5.6	Amplitude de Movimento (ADM)	40
5.5.7	Protocolo de Exercício para Indução de Dano Muscular	41
5.5.8	Protocolo de Recuperação	41
5.5.9	Avaliação dos Níveis de Dor e Recuperação	43
5.6	TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS.....	44
6	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS.....	64
	APÊNDICES	73
	ANEXOS	76
	ANEXO I.....	76
	ANEXO II	77
	ANEXO III	78

1 INTRODUÇÃO

O dano muscular causado pelo exercício físico intenso pode gerar desde microlesões na musculatura à diminuição da produção de força, dor muscular de início tardio (DMIT), dentre outros fatores (Wozniak et al. 2005; Christmas et al. 2017). Além destas consequências imediatas geradas pelo exercício intenso, também pode-se citar adaptações ocorridas no organismo após a atividade estas podem surgir em curto ou longo prazo, dentre elas estão inclusas: inflamação localizada (edema), hipertrofia (em longo prazo), alterações na cinética de cálcio, aumento em marcadores de dano muscular, aumento de síntese proteica, dentre outros (Hernandez, 2010; Damas et al. 2016a).

Várias são as formas de identificar o processo de dano muscular e recuperação, pode-se dividi-las em métodos diretos e indiretos de mensuração (Hernandez, 2010). Como métodos diretos podem ser elencadas análises diretas do músculo (biópsia), ressonância magnética e, recentemente mais utilizada devido ao seu custo e viabilidade de aplicação, ultrassonografia (Damas et al. 2016a; Lixandrão et al. 2014) e como métodos indiretos diminuição na produção de força e marcadores bioquímicos de dano muscular (CK, DHL) são os mais comumente utilizados para verificar queda de desempenho e/ou recuperação principalmente no esporte (Eston & Peters, 1999; Morandi et al. 2011; Osiecki et al. 2015).

Em comparação com a ressonância magnética, como já mencionado anteriormente, a ultrassonografia surge como uma forma de avaliação de grande validade e fidedignidade (Lixandrão et al. 2014; Rosenberg et al. 2014; Andrade, 2016; Thomaes et al. 2012) para verificar estado atual da qualidade muscular, assim como seu desenvolvimento após um programa de treinamento (Damas et al. 2016a; Cadore et al. 2012; Pillen et al. 2009; Rosenberg et al. 2014).

Uma recuperação deficiente, no esporte principalmente, pode ser um fator complicador de desempenho (Osiecki et al. 2015), tornando a recuperação um ponto essencial na preparação de um atleta ou até mesmo de indivíduos ativos, visto que uma maior dor muscular ou até mesmo baixa no desempenho muscular pode ser prejudicial (Crowther et al. 2017). Dentre estes métodos de recuperação a crioterapia de imersão surge como o método mais utilizado por atletas de elite da Nova Zelândia (79%) e por atletas de Rugby da África do Sul (83%) (Crowther et al. 2017). Como

pontos principais, a crioterapia age na restrição de fluxo sanguíneo, diminuição de temperatura corporal, redução de marcadores de dano muscular e possivelmente inflamação muscular (Pastre et al. 2009; Peiffer et al. 2009; Gregson et al. 2011; Choo et al. 2016).

Embora a literatura já possua um corpo de evidências, ainda carecem de estudos que avaliem a condição intramuscular dos avaliados após a aplicação de protocolos de recuperação. Desta forma este estudo procurou elucidar a seguinte questão de pesquisa: Quais as alterações que a crioterapia de imersão pode gerar em marcadores de dano muscular, potência de membros inferiores, percepção de dor e recuperação, assim como, mudanças na intensidade eco por ultrassonografia após exercício físico intenso?

1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA SOCIAL

Tanto no meio esportivo como nas academias sempre são procurados meios que auxiliem na recuperação muscular após exercícios intensos. Para atletas, este fator se torna de suma importância, visto que, em diversas competições estes são submetidos a esforços intensos por vários dias (dependendo da modalidade). Neste contexto, as terapias com gelo (Crioterapia) vem sendo utilizadas como método de recuperação tanto para atletas como para indivíduos ativos, assim como em clínicas de fisioterapia como auxílio para a redução de edemas. Porém, pouco ainda se sabe sobre o efeito deste tratamento sobre o edema intramuscular, visto que para esta análise seria necessária a utilização de aparelhos de imagem como Ressonância Magnética, a qual devido a seu alto custo se torna inviável para algumas populações.

Neste sentido, métodos para a identificação deste edema veem sendo cada vez mais explorados (Andrade, 2016), dentre eles Damas *et al.* (2016a) mostraram através de imagens de ultrassom que a intensidade eco pode ser utilizada para a identificação de edema.

Nestes aspectos o presente estudo se justifica pois contribuirá com a comunidade demonstrando a viabilidade do uso da imersão em gelo para a recuperação desde os aspectos de força, dor e potência, bem como seus efeitos no edema intramuscular identificado por ultrassonografia.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Verificar os efeitos da Crioterapia de Imersão em indicadores de dano muscular, edema intramuscular e aspectos neuromotores induzidos pelo exercício intenso.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os efeitos da crioterapia de imersão, após aplicação do protocolo de exercício concêntrico/Excêntrico máximo em dinamômetro isocinético, nos momentos pré-exercício, imediatamente pós exercício, 24 horas e 48 horas, mediante análises bioquímicas de Creatina Kinase (CK) e Desidrogenase Lática (DHL).
- Avaliar os efeitos da crioterapia de imersão no edema intramuscular, após aplicação do protocolo de exercício, através de análise de intensidade de imagem de ultrassonografia (US_{echo}) nos momentos pré-exercício, imediatamente pós exercício, após protocolo de recuperação, 24 horas e 48 horas após protocolo de exercício.
- Avaliar os efeitos da Crioterapia de Imersão na potência de membros inferiores, amplitude de movimento e força isométrica nos momentos pré-exercício, imediatamente pós exercício, após protocolo de recuperação, 24 horas e 48 horas após protocolo de exercício.
- Verificar os efeitos da Crioterapia de imersão na percepção de dor e recuperação nos momentos pré-exercício, imediatamente pós exercício, após protocolo de recuperação, 24 horas e 48 horas após protocolo de exercício.

- Verificar o grau de relacionamento dos valores das variáveis bioquímicas em relação a análise de US_{echo} nos momentos pré-exercício, imediatamente pós exercício, 24 horas e 48 horas após o protocolo de Crioterapia de imersão.

- Verificar o grau de relacionamento da percepção de dor em relação ao US_{echo} nos momentos pré-exercício, imediatamente pós exercício, após protocolo de recuperação, 24 horas e 48 horas após protocolo de exercício.

3 HIPÓTESES TESTADAS

H0 (Hipótese Nula): A crioterapia de imersão não causa redução em marcadores de dano muscular, assim como, não promove alteração de edema intramuscular.

H1 (Hipótese Verdadeira 1): A crioterapia de imersão promove alteração em marcadores de dano muscular, porém não reduz o edema intramuscular.

H2 (Hipótese Verdadeira 2): A crioterapia de imersão promove redução em marcadores de dano muscular e de edema intramuscular.

4 ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

4.1 DANO MUSCULAR PELO EXERCÍCIO FÍSICO

O músculo esquelético é composto de várias estruturas, dentre as quais podemos citar: células musculares (fibras musculares), tecido nervoso, sangue, tecido conjuntivo, etc. Segundo a teoria dos filamentos deslizantes o encurtamento do músculo (ação concêntrica) deve-se a diminuição do comprimento do sarcômero, por consequência, as linhas Z são tracionadas diminuindo então as áreas das faixas H e I (Huxley, 1969; Huxley, 2000; Geeves & Holmes, 2005; Sellers, 2004) (Figura 1).

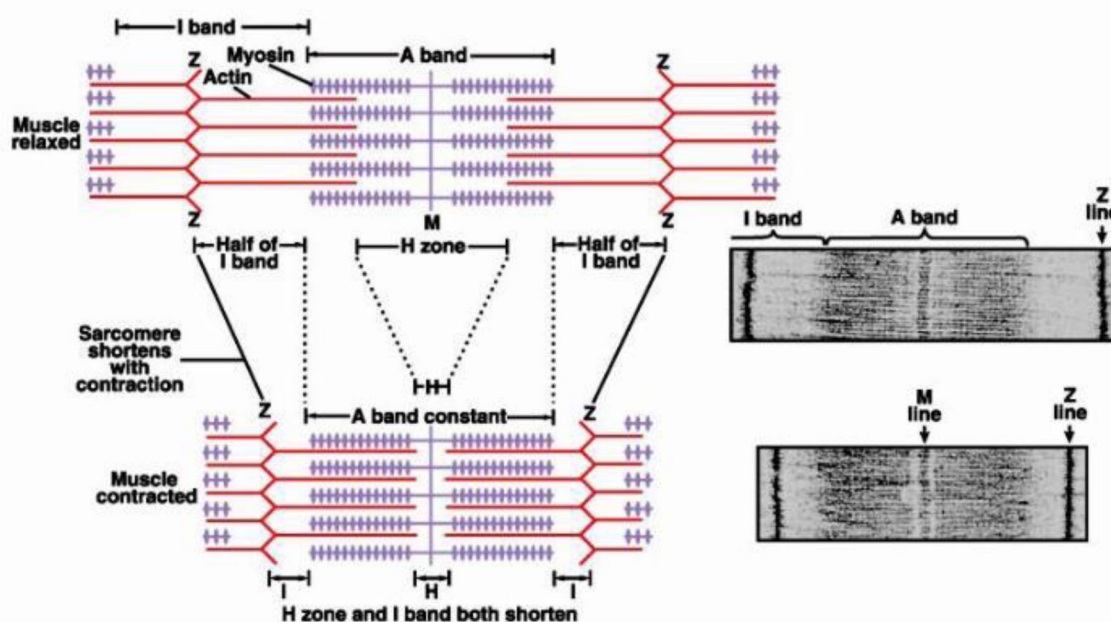


FIGURA 1. Ilustração do Sarcômero antes e depois de uma contração. Retirado de <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAet7AAL/a-musculo-liso-esqueletico-fisiologia-contracao-muscular> acesso em:04/04/2017

Para a realização das ações musculares é necessária a utilização de ATP o qual poderá advir de algum sistema energético seja ele o oxidativo, glicolítico ou fosfogênicos (Ebashi, 1991). Neste aspecto o exercício de alta intensidade ou submáximo prolongado pode acarretar no declínio da capacidade de gerar força e potência de contração da fibra muscular (Rayment et al. 1993; Ebashi & Endo, 1968;

Chrismas et al. 2017), esta queda pode estar relacionada tanto com a diminuição da produção de energia como por lesões na fibra muscular, as quais normalmente são aumentadas quando feitas contrações excêntricas (Chrismas et al. 2017; Fitts, 1994; Vandenboom, 2004; Friden et al. 1983). Estas lesões podem vir a gerar dor muscular de início tardio (DMIT), inflamação localizada (edema), redução na amplitude de movimento (ADM) e também diminuição na produção de potência muscular (Friden et al. 1983; Chrismas et al. 2017; Hernandez, 2010). Por outro lado, Enoka & Duchateau (2016) apontam que a diminuição na produção de força e potência pode estar relacionada muito além de somente um fator isolado, neste caso o dano muscular, também devem ser considerados fatores complementares como a cinética de cálcio, disponibilidade energética, fluxo sanguíneo ou até mesmo alteração na produção de metabólitos. Estes aspectos estão intimamente ligados a fadiga relacionada a uma “fadiga de *performance*” enquanto que, por outro lado, fatores como dor, motivação e feedback de *performance* podem ser considerados como fatores derivados das sensações do indivíduo (Enoka & Duchateau, 2016).

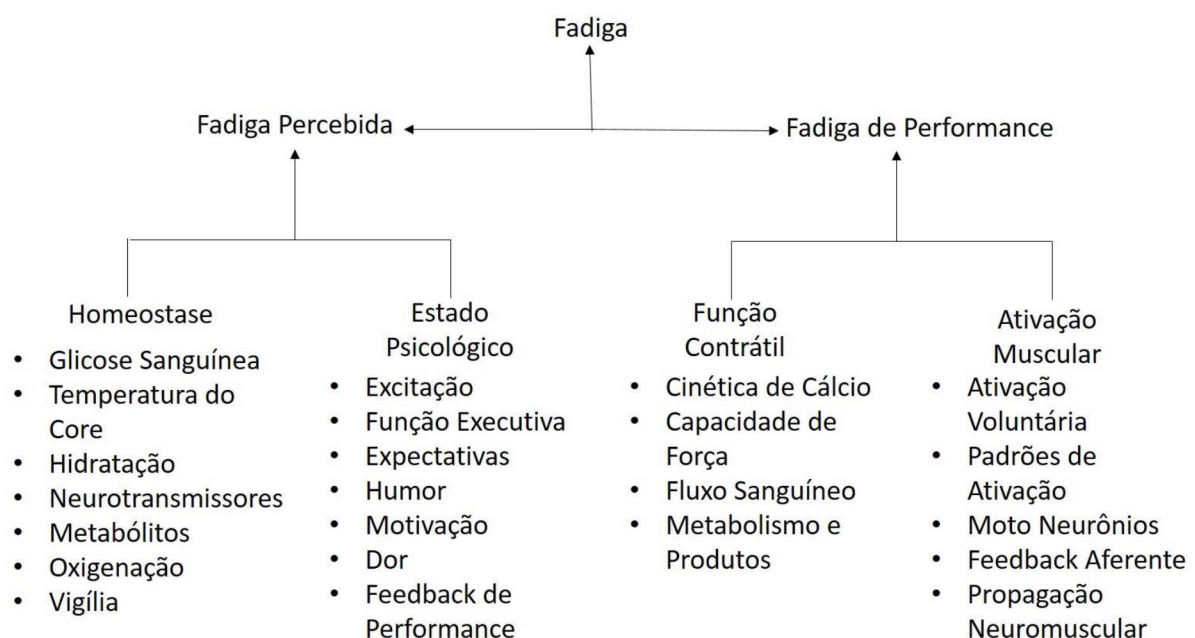


Figura 2. Adaptação da taxonomia proposta por Enoka e Duchateau (2016).

As microlesões podem surgir por diversos fatores, dos quais podem-se citar: alongamentos, hipóxia, repetições concêntricas ou excêntricas (Vandenboom, 2004; Antonio & Gonyea, 1993). Normalmente as microlesões podem gerar edema na região

na qual ela ocorreu e caso ocorram em um período de tempo suficiente (treinamento) podem vir a gerar hipertrofia (Damas et al. 2016; Buckner et al. 2016). Porém, recentemente, vários questionamentos têm surgido a respeito sobre a ocorrência e a característica da hipertrofia (sarcoplasmática ou miofibrilar) em curtos períodos de treinamento (De Freitas et al. 2011; Damas et al. 2016b; Buckner et al. 2016). Devido a esta dificuldade, exames de imagem como Ressonância Magnética e Ultrassonografia veem sendo utilizados para identificar a possível origem deste aumento de área do músculo (Yanagisawa et al. 2003).

Uma outra finalidade dos exames de imagem é a identificação de edema induzido de forma aguda pelo exercício, visto que ele também pode ser identificado a longo prazo através de ultrassonografia (Damas et al. 2016a; Damas et al. 2016b), neste sentido esta técnica pode ser utilizada como uma medida menos custosa e igualmente precisa a uma ressonância magnética (Lixandrão et al. 2014) como forma de mensuração direta de dano muscular (Hernandez, 2010).

4.2 INTENSIDADE ECHO DE ULTRASSONOGRAFIA

Recentemente várias formas têm sido utilizadas para avaliar a qualidade do músculo, assim como infiltração de gordura e edema intramuscular (Thomaes et al. 2012; Lixandrão et al. 2014), dentre estas podemos citar a intensidade echo por ultrassonografia (US_{echo}) (Cadore et al. 2012; Young et al. 2015), a qual nos permite avaliar a qualidade muscular através de escalas de cinza de cada pixel da área de interesse (músculo alvo). Porém nesta técnica existe a dificuldade de diferenciar gordura e edema (Damas et al. 2016a; Rosenberg et al. 2014), os quais podem ser presumidos conforme a idade e atividades recentes do sujeito (Damas et al. 2016b), visto que em atividades recentes ou treinamento de longo prazo pode haver geração de edema como resposta prévia de hipertrofia (Damas et al. 2016a; Buckner et al. 2016) e em indivíduos sedentários e idosos podemos classificar como infiltração de gordura (Young et al. 2015).

Esta forma de avaliação se mostra muito semelhante às análises através de Ressonância Magnética chegando a possuir um $r = 0,99$ (Lixandrão et al. 2014). Neste mesmo estudo, Lixandrão e colaboradores (2014) realizaram a reconstrução manual

de várias imagens sequenciais do músculo Vasto Lateral e compararam com a imagem do mesmo sujeito em Ressonância Magnética, como pode ser observado na figura 2. Recentemente Damas et al. (2016a) efetivaram um treinamento de 10 semanas em sujeitos jovens e observaram um aumento na área de secção transversa do Vasto Lateral, porém com um aumento significativo na Intensidade Echo dos pixels trazendo como conclusão que como repostas iniciais do treinamento a hipertrofia ocorre devido a inchaço (edema) intramuscular e não do músculo propriamente dito.

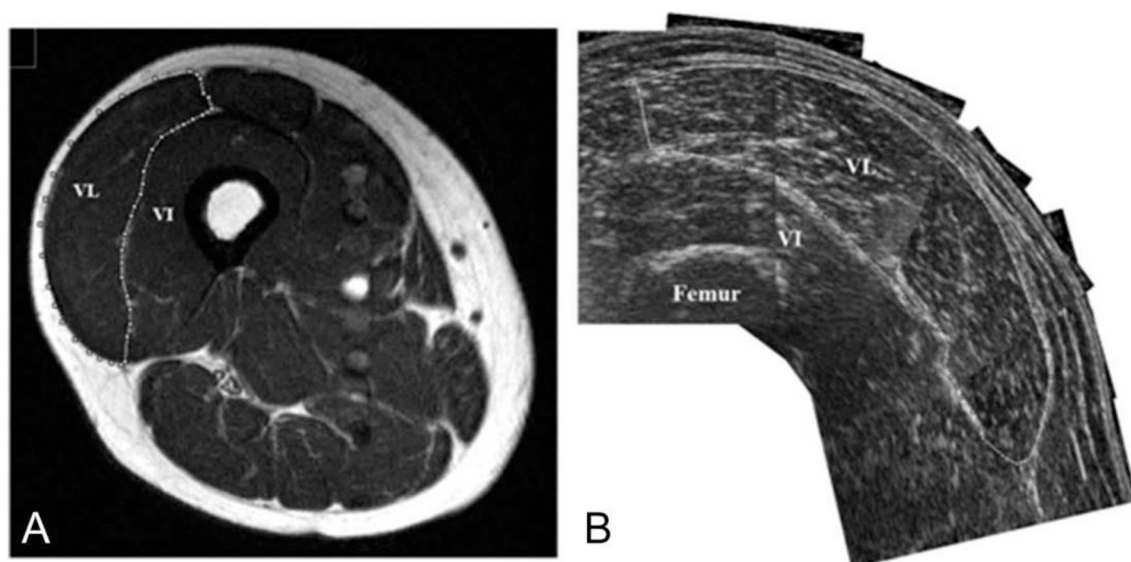


FIGURA 3. Representação da reconstrução realizada por Lixandrão et al. para comparar a área de secção transversa do Vasto lateral entre a Ressonância Magnética e Ultrassonografia (Lixandrão Et al. 2014).

Dentre as vantagens da ultrassonografia como método de avaliação para as diversas variáveis musculares (qualidade, hipertrofia, edema, etc.) pode-se citar também o baixo custo de realização das análises como já comentado por diversos autores (Lixandrão et al. 2014; Young et al. 2015, Damas et al. 2016a; Andrade. 2016; Pillen & Alfen. 2011; Pillen et al. 2009), o que permite maior agilidade no processo de avaliação e possibilidade e incremento no número de sujeitos para pesquisas.

4.3 MARCADORES BIOQUÍMICOS DE DANO MUSCULAR

Como já mencionado a lesão da fibra muscular pode ocorrer quando existe uma força mecânica excessiva principalmente em contrações excêntricas. Ao se romperem há uma lesão nas membranas do retículo sarcoplasmático e, por consequência, um extravasamento de cálcio o qual se acumula nas mitocôndrias inibindo então a produção de ATP (Westerblad & Allen, 2003).

Após a ocorrência do dano muscular o corpo inicia uma série de processos para repará-lo desde a dilatação de vasos à liberação de substâncias do sistema imunológico. Logo após o dano surgem os primeiros macrófagos e neutrófilos os quais irão liberar proteases para auxiliar na eliminação de resíduos no local inflamado (Westerblad & Allen, 2003; Vandenboom, 2004).

Pensando na mensuração do dano causado por um estímulo agressivo, é possível avaliar a extensão ou intensidade deste através de marcadores bioquímicos como a Creatina Kinase (CK) e a Desidrogenase Láctica (DHL) as quais têm seu aumento de concentração conforme a extensão do dano e chegam a apresentar seus picos em até 96 horas após o exercício (Eston & Peters, 1999), supõe-se que estes aumentos ocorrem devido ao extravasamento destas enzimas para a corrente sanguínea após o processo de lesão no tecido muscular, o qual pode ser advindo do exercício ou de processos lesivos em geral (ex.: trauma).

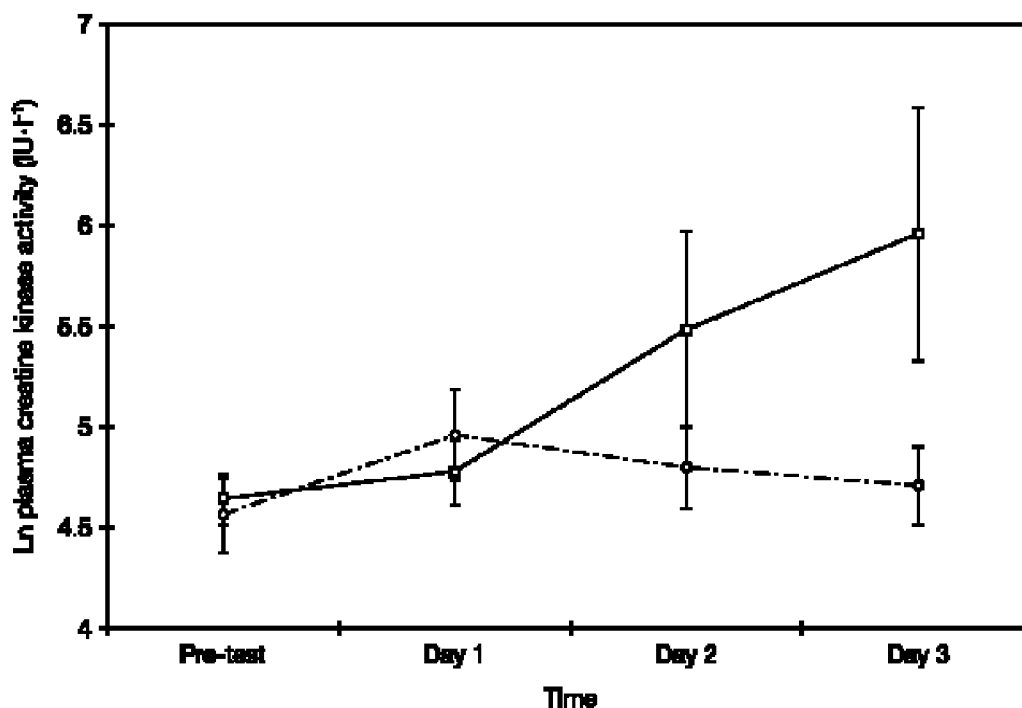


FIGURA 4. Valores Plasmáticos da Atividade de Creatina Kinase de um Grupo com Crioterapia (círculo) e Controle (Quadrado) imediatamente após 3 dias de exercício excêntrico intenso para flexores do cotovelo (Eston & Peters, 1999).

Além de poder ser utilizada como um marcador de extensão do dano muscular, a CK também pode ser utilizada como um indicativo do estado de recuperação (Osiecki et al. 2015) assim como as mudanças nos seus picos em um período de treinamento podem indicar melhoras no condicionamento dos sujeitos, visto que, em fases iniciais os picos de CK serão maiores (Neme ide et al. 2013).

A DHL, do mesmo modo que a CK, também possui sua relevância clínica na identificação de extensão de dano muscular, como indicador da intensidade de exercício e até mesmo confirmação de existência de Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) quando elevada em conjunto com CK e Transaminase glutâmico-oxaloacética sérica (TGO) (Nicolau et al. 2014).

Já na prática esportiva a CK e a DHL são comumente utilizadas para avaliações de recuperação, indicação de intensidade de exercício e extensão de dano muscular após atividades ou competições, visto que, o extravasamento de tais enzimas, refletem o dano causado nas fibras musculares estriadas esqueléticas ou cardíacas (Sales et al. 2013).

4.4 CRIOTERAPIA DE IMERSÃO

Após o processo de dano e inflamação existe a difícil tarefa de escolher o protocolo de recuperação mais adequado o qual pode auxiliar na diminuição da resposta inflamatória e esta, por sinal, é fundamental para a regeneração tecidual e seu aumento excessivo pode atrasar o processo de recuperação (Vieira et al. 2016; Ramos et al. 2016; White & Rhind & Wells, 2014). Dentre os mais usuais métodos de recuperação podem ser citados: recuperação ativa, alongamento, tratamento com gelo (Crioterapia) localizado e tratamento de imersão em gelo (crioterapia de imersão) (Crowther et al. 2017).

A Crioterapia, como método de recuperação, possui um universo de modos de administração conhecidos, os quais variam desde o uso de bolsas de gel localizadas a aplicações de pulsos de ar resfriado pelo corpo inteiro, dentre estes a crioterapia de imersão aparece como o mais utilizado (White & Wells, 2013; Guilhem et al 2013). Esta técnica também desponta como a mais utilizada em comparação com a recuperação ativa em jogadores de Rugby de elite da África do Sul chegando a ser utilizada por até 83%, da mesma forma cerca de 79% dos atletas de elite da Nova Zelândia optam por este recurso (Crowther et al. 2017).

Como consequência do resfriamento advindo do tratamento com gelo podemos citar a diminuição de fluxo sanguíneo, redução da temperatura tecidual, retal e atividade metabólica os quais podem ser amplamente relacionados com a redução de edema, percepção de dor e até mesmo formação de hematomas (Pastre et al. 2009; Peiffer et al. 2009; Gregson et al. 2011; Choo et al. 2016). Por consequência destes processos, a crioterapia pode inibir a atividade de enzimas lisossômicas as quais degradam as células de detritos além do tecido saudável que envolve o tecido danificado (Vieira et al. 2016). Neste aspecto os protocolos que envolvem o resfriamento podem ser utilizados como recursos para acelerar a recuperação da função muscular além da redução de DMIT (Vieira et al 2016; Hernandez, 2010).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA

A pesquisa se enquadra como Quase-Experimental, pois foram verificados os efeitos da crioterapia (Tratamento) após exercício intenso em dinamômetro isocinético, em grupos divididos aleatoriamente e com controle de ameaças externas que pudessem vir a interferir nas possíveis diferenças a serem observadas entre o grupo tratamento e grupo controle. (Thomas; Nelson; Silverman, 2009).

5.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no laboratório Centro de Estudos da Performance Física (CEPEFIS), bem como no laboratório Centro de Estudos do Comportamento Motor (CECOM), ambos localizados no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, situado na Rua Coração de Maria, número 92. CEP 80210-132, Jardim Botânico, Curitiba – Paraná – Brasil.

5.3 CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA

Devido ao estudo possuir uma natureza peculiar (coletas de sangue intravenoso) foram recrutados de maneira não-probabilista intencional 14 homens entre 18 e 35 anos de idade, fisicamente ativos, continuamente pelos últimos 6 (seis) meses, com no mínimo 1 (um) ano de experiência no treinamento de força, os quais concordaram em tomar parte nas coletas. Aqueles que concordaram em participar da pesquisa foram informados sobre os possíveis riscos e, uma vez em conformidade, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

O estudo possui aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos local, credenciado pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, com número do parecer 2.362.166. Cada participante foi informado sobre

os procedimentos e riscos a que seriam submetidos, e foram conduzidos de acordo com os procedimentos éticos propostos pela Declaração de Helsinki (2009). Em seguida, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (Apêndice), de acordo com a resolução nº 466/2012, concordando com a participação voluntária no estudo.

5.3.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

Como critério de inclusão para participar no estudo os participantes deveriam ser praticantes de exercício físico, de qualquer natureza, do sexo masculino com idades entre 18 e 35 anos, bem como se enquadrar nos seguintes requisitos por inquérito reportado:

- a) Mínimo de 1 ano de experiência (ininterrupta) em treinamento de força;
- b) Estar praticando exercício físico ininterruptamente por, no mínimo, 6 meses, duas vezes por semana.
- c) Não possuir lesões ou cirurgias de qualquer natureza nos últimos 12 meses;
- d) Não possuir mais de 2 respostas positivas no Questionário Par-Q.

Como critério de exclusão para tomar parte nas coletas foram determinados os seguintes critérios por inquérito reportado:

- a) Fazer uso de medicamentos que possam interferir nas análises bioquímicas de CK e DHL
- b) Realizar atividades físicas vigorosas nas 48 horas antecedentes aos testes.
- c) Possuir lesões ou cirurgias de qualquer natureza em um período menor de 12 meses

5.4 DESENHO EXPERIMENTAL

O estudo foi conduzido em um total de 3 dias consecutivos, por participante, as avaliações foram realizadas nos mesmos horários em todos os dias de coleta. Cada participante realizou os procedimentos pertencendo ao grupo experimental ou grupo controle, sendo distribuído entre estes de forma aleatória. Os processos metodológicos aplicados e sua respectiva ordem de realização estão apresentados

na Figura 5 e no tópico 5.5 – Instrumentos de Medidas e Fontes dos Materiais de Pesquisa.

Também foi solicitado aos indivíduos para que mantivessem sua alimentação rotineira e não fizessem alterações.

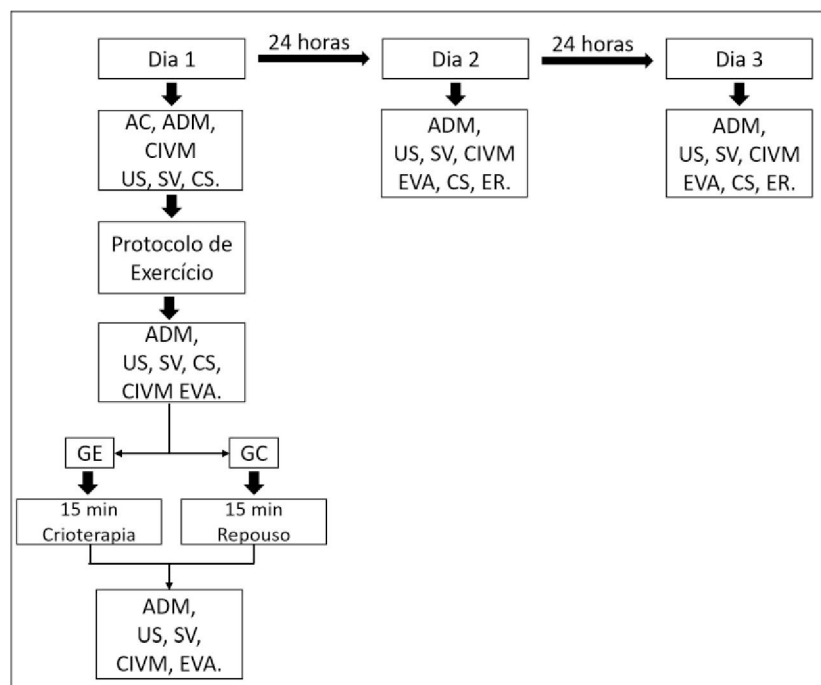


Figura 5. Visualização do Desenho Experimental. (AC) Avaliação de Caracterização, (ADM) Amplitude de Movimento, (US) Ultrassonografia, (SV) Salto Vertical, (CIVM) Contração Isométrica Voluntária Máxima, (CS) Coleta de Sangue, (EVA) Escala Visual Analógica, (ER) Escala de Recuperação, (GE) Grupo Experimental, (GC) Grupo Controle.

5.5 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS E AVALIAÇÕES E FONTES DOS MATERIAIS DE PESQUISA

5.5.1 Avaliação de Caracterização Amostral

Para caracterização da amostra foram tomadas as medidas antropométricas de cada avaliado na primeira sessão de avaliações. Nesta foram medidos: a) Massa Corporal, utilizando balança digital com precisão de 50g da marca Toledo®; b)

Estatura, com estadiômetro de precisão de 1mm da Sanny®; c) Dobras cutâneas de: Coxa Medial, Abdominal, Peitoral, Axilar Média, Supra ilíaca, subescapular e Tríceps, com um compasso de dobras cutâneas de precisão de 1mm da marca Cescorf®. A densidade e % de Gordura foram calculados através das equações propostas por Jackson & Pollock (1978) e Siri (1961) através das equações:

$$Densidade = 1,112 - 0,00043499 * \left(\sum 7 \text{ Dobras} \right) + 0,00000055 * \left(\sum 7 \text{ Dobras} \right)^2 - 0,28826 * Idade$$

Equação 1. Equação utilizada para cálculo de Densidade

Onde, D representa Densidade, \sum indica o somatório das dobras cutâneas Subescapular Coxa Medial, Abdominal, Peitoral, Axilar Média, Supra ilíaca, subescapular e Tríceps, a idade, por fim, deve ser descrita em anos.

$$\% \text{ de Gordura} = \left(\left(\frac{4,95}{Densidade} \right) - 4,5 \right) * 100$$

Equação 2. Equação utilizada para Cálculo do Percentual de Gordura

Na Equação 2 através do resultado de Densidade (D) calculado na fórmula anterior, obtém-se o % de Gordura.

Ainda nesta avaliação, também foi aferida a Pressão Arterial Sistólica (PAS) e Diastólica (PAD) dos indivíduos através de um Esfigmomanômetro Aneróide manual com precisão de 2mmHg da marca *Premium*®.

5.5.2 – Medição de Área de Secção Transversa e Intensidade de Sinal Echo

A área de secção transversa foi medida por meio de um aparelho de ultrassonografia do modo B com um aparelho de ultrassom Sonimage HS1 Versão 1.10 (Konica Minolta Medical Imaging Inc. Newark-Pompton Turnpike, Wayne, NJ, USA). Usando um transdutor linear de 10 MHz com 4cm de largura, a profundidade de alcance foi padronizada em 8 cm para todos os avaliados. A pele foi demarcada

com um lápis dermatográfico em 30% do segmento do comprimento da coxa, o qual foi determinado pela distância entre o Côndilo Lateral do fêmur e o Trocânter maior.



FIGURA 6. Posicionamento do guia para tomada de imagens na distância de 30% do segmento da coxa.

Uma espessa camada de gel condutivo hidrossolúvel foi colocada na área demarcada para que houvesse uma transmissão acústica apropriada sem que houvesse depressão da pele do avaliado. Os sítios de medição foram demarcados na pele através de um marcador com hastes fixadas neste (Figura 5), o qual forneceu uma sombra vertical a qual foi utilizada como referência para a reconstrução da estrutura muscular. As tomadas de imagens foram feitas do músculo vasto lateral, a iniciar de sua porção medial, seguindo a metodologia proposta por assim como realizado por Lixandrão, *et al.* 2014. As imagens salvas foram então abertas sequencialmente no Programa *Power Point* (Microsoft, Seattle, USA) e cada figura foi manualmente rotacionada até que a sombra fornecida pelo guia se sobrepusesse a

sombra da imagem anterior (Figura 6), este processo foi repetido até que toda a área de secção transversa do vasto lateral fosse reconstruída. As imagens geradas foram medidas e comparadas por meio da intensidade de pixels (US_{echo}), a qual foi feita pelo software ImageJ (Versão 1.5, *National Institute of Health*, Bethesda, MD, USA). O Software foi calibrado através de uma distância conhecida na imagem (profundidade).

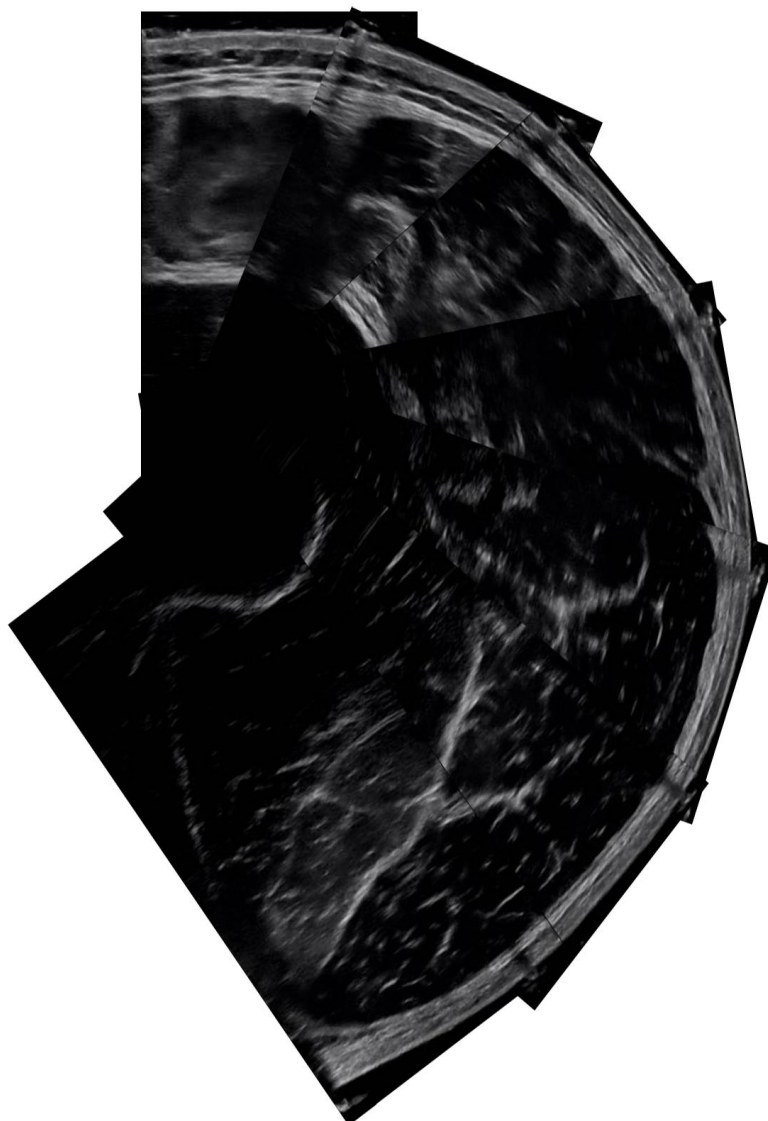


FIGURA 7. Representação da reconstrução do Vasto Lateral de 1 (um) sujeito.

A área de demarcação para cálculo da área do músculo foi determinada manualmente com base no limite externo da fáscia muscular. Os pixels que estiverem dentro da área de interesse (músculo) foram processados, resultando em uma distribuição de 256 tons de cinza, sendo 0= preto e 255= branco. Desta forma os pixels

mais claros podem indicar anormalidades como edema muscular, ao passo que o tecido muscular normal apresenta pixels mais escuros.

A intensidade echo, a qual pode indicar a presença de edema na musculatura analisada, foi calculada como a média dos valores dos pixels existentes dentro da área de interesse, sendo que quanto maior a média maior será a presença do provável edema (Lixandrão, *et al.* 2014).

As imagens de ultrassonografia foram tomadas em cinco momentos distintos: pré exercício, imediatamente após exercício, imediatamente após protocolo de recuperação, 24 horas e 48 horas após o exercício.

Vale ressaltar que foram realizadas avaliações prévias para verificar a reprodutibilidade das medidas intra avaliador. Tal verificação foi calculada como Erro Típico de Medida (ETM), conforme sugerido por Hopkins (2000). O ETM pode ser obtido através da razão entre o desvio padrão da diferença das medidas repetidas em dois dias consecutivos (dia 1 e dia 2) em situações equiparadas (ex. repouso) e a raiz quadrada do algoritmo 2, conforme pode-se observar na equação 3:

$$ETM = \frac{\sigma (\text{Dia 1} - \text{Dia 2})}{\sqrt{2}}$$

Equação 3. Calculo do ETM. (Hopkins, 2000)

Com base no valor obtido de ETM, calculou-se a Mínima Mudança Detectável (MMD), de modo que fosse determinada a mínima diferença necessária entre as medidas feitas para que estas fossem consideradas mudanças reais. Esta mudança foi calculada com base a proposta de Weir (2005) e pode ser observado na equação 4:

$$MMD = ETM * \sqrt{2} * 1,96$$

Equação 4. Calculo da MMD. (Weir, 2005).

Para a realização da reprodutibilidade, foram avaliados 5 sujeitos, que se enquadravam nos mesmos requisitos da amostra desta pesquisa, em dois dias diferentes em situações de repouso e sem atividades nas 48 horas que antecedessem a ultrassonografia. Dessa forma, foram determinados os valores de 0,01 cm e 0,03 cm para o ETM e a MMD na área de secção transversa, enquanto que para as análises de intensidade echo os valores foram de 0,6 US_{echo} e 1,76 US_{echo} para a ETM e a MMD, respectivamente. O coeficiente de variação foi de 1,2%.

5.5.3 Mensuração Dos Níveis Plasmáticos De Creatina Kinase (CK) e Desidrogenase Lática (DHL)

As coletas sanguíneas venosas foram realizadas imediatamente antes e logo após o exercício, 24 horas e 48 horas após o exercício.

Com relação à coleta propriamente dita, estas foram efetuadas sempre com equipamentos descartáveis (luvas e agulhas), respeitando todos os princípios de higiene e limpeza, para tal optou-se pelo sistema de coleta de sangue a vácuo utilizando tubos sem a presença de anticoagulantes, visto que o processo manuseio e análise viria a ser realizado pelo laboratório Vicenlab (CRF nº - EM 012713/0).

A retirada do sangue somente foi realizada após a higienização do local do braço com o uso de algodão e álcool a 70%, foram retirados aproximadamente 5 ml de sangue intravenoso, o qual foi armazenado diretamente em tubo seco sem anticoagulantes.

Após as coletas, as amostras foram conservadas em um compartimento térmico com gelo, e levadas para as análises bioquímicas no laboratório Vicenlab.

A partir da amostra entregue ao laboratório foram analisados os marcadores solicitados através do método de automação com o analisador bioquímico marca Mindray® modelo BS-380.

5.5.4 Avaliação de Potência de Membros Inferiores (Salto Vertical)

A avaliação da potência de membros inferiores foi realizada utilizando a técnica de salto com contra movimento (SCV) com livre utilização dos braços, também foi

orientado para que estes realizassem uma extensão completa do corpo sem que houvesse flexão dos joelhos ou flexão dos quadris, de modo que houvesse aumento no tempo de voo do salto. A análise dos saltos foi realizada através do equipamento Sysjump® o qual é composto por duas barras com sensores a laser posicionadas paralelamente de modo que os avaliados se posicionassem ao centro desta para realizar os saltos. Foi permitido, previamente a primeira sequência de saltos, que o avaliado realizasse 1 (um) ou 2 (dois) saltos para familiarização com o movimento dentro da plataforma caso desejasse.

Posteriormente as instruções verbais, demonstrações visuais e familiarização com o movimento, os sujeitos foram posicionados ao centro da plataforma e após uma contagem regressiva de 3 (três) segundos era emitido um sinal sonoro indicando o início do teste.

Os saltos foram realizados nos momentos pré exercício, imediatamente após exercício, após protocolo de recuperação, 24 e 48 horas após exercício. Cada sujeito realizou uma sequência de 3 (três) saltos, sendo que para questões de análises foi computado somente a melhor dentre as 3 (três) tentativas, os dados foram reportados em valores de altura de salto (cm).



FIGURA 8. Representação do teste de salto vertical executado

5.5.5 Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM)

As avaliações unilaterais de força a partir da contração voluntária isométrica máxima (CVIM) do quadríceps foi realizada utilizando um Dinamômetro Isocinético

Biodex System 4 Dynamometer (Biodex Medical Systems, Shirley, New York) calibrado de acordo com as indicações do fabricante. As avaliações foram realizadas em ambas as pernas, tomando, tomando como padrão o início pela perna esquerda em todas as medidas.

Os participantes foram afixados na cadeira do dinamômetro por meio de cintos de segurança posicionados no tronco, quadril e coxa de modo que fosse minimizado ao máximo as ações de outros grupamentos musculares que pudessem alterar a avaliação (Dvir, 2002). Para que as avaliações da CIVM fossem padronizadas, para cada voluntário, foram anotados os posicionamentos de: altura da cadeira, posição horizontal, distância do encosto das costas e altura do braço de resistência da perna, deste modo houve a garantia de que a reavaliação seria realizada do mesmo modo que na primeira avaliação. Os ajustes foram realizados de modo que o epicôndilo lateral do joelho se posicionasse em paralelo com o eixo de rotação do aparelho (Garcia et al. 2011). A CIVM foi tomada a partir do pico de torque avaliado na posição de 90° do joelho.

Após o posicionamento e calibragem do aparelho para cada avaliado todo o procedimento do teste foi informado e demonstrado visualmente e então foi solicitado para que o voluntário movimentasse sua perna para que averiguasse se os ajustes estavam bem afixados. Foram realizadas 3 (três) séries de uma repetição em uma posição de 90° com uma isometria de 5 segundos ininterruptos. Foi adotado um intervalo padrão de 30 segundos entre as séries, visto que este intervalo providenciaria uma recuperação adequada para um estímulo de duração curta e contribuiria no tempo total das sessões de avaliação.

Para a realização dos testes, foi orientado aos participantes que se segurassem nos apoios da cadeira do dinamômetro, localizados nas laterais do aparelho, também foi dado encorajamento verbal durante a execução de maneira que os sujeitos alcançassem máximo esforço. O maior pico de torque entre as séries foi computado para análise dos dados.



FIGURA 9. Posicionamento do avaliado no Dinamômetro Isocinético para realização da CIVM

As avaliações da CIVM foram realizadas nos momentos pré exercício, imediatamente após exercício, após protocolo de recuperação, 24 e 48 horas após exercício. Vale ressaltar que em todas as avaliações da CIVM o primeiro membro avaliado sempre foi o esquerdo para então o direito logo em sequência, com exceção do momento pós exercício, onde a análise foi feita imediatamente após o protocolo de exercício (ver item 5.5.7 – Protocolo de Exercício para Indução de Dano Muscular), de maneira que a avaliação da CIVM do outro membro somente foi realizada após a execução do exercício.

5.5.6 Amplitude de Movimento (ADM)

A avaliação da amplitude de movimento foi realizada utilizando um goniômetro manual universal com precisão de 1° da marca ISP®. A ADM foi mensurada sempre pelo mesmo avaliador para evitar a ameaça à precisão das medidas. O goniômetro foi posicionado no epicôndilo lateral do joelho e a coxa alinhada em um ângulo de 90° em relação ao tronco do avaliado que permaneceu em decúbito dorsal durante esta avaliação. Foi então solicitado que o voluntário realizasse uma extensão ativa do joelho de maneira em que não houvesse movimentação do quadril para que fosse mensurada a sua ADM.

A ADM foi verificada por duas vezes consecutivas em cada perna para que os valores fossem confirmados, caso estes ultrapassassem uma margem de 1% era dado um intervalo de aproximadamente 2 minutos para que fossem realizadas novamente as medidas, garantindo deste modo a fidedignidade e precisão da verificação.

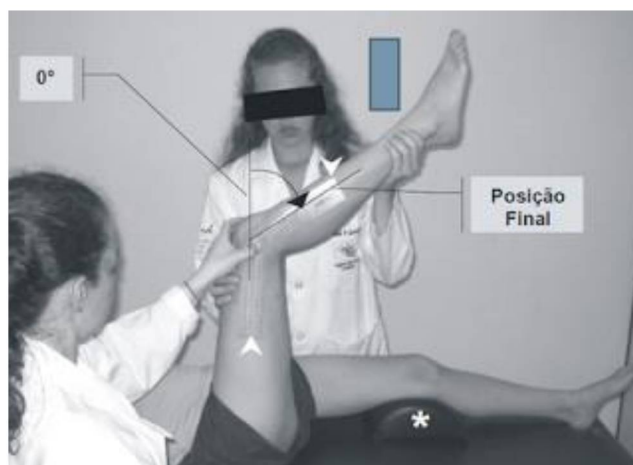


FIGURA 10. Avaliação da ADM de extensão do joelho com o goniômetro. Fonte: BATISTA et al. 2006

A avaliação da ADM foi realizada nos momentos pré exercício, imediatamente após o exercício, após protocolo de recuperação, 24 e 48 horas após exercício.

5.5.7 Protocolo de Exercício para Indução de Dano Muscular

Previamente ao protocolo de indução de dano muscular, os sujeitos realizaram todas as avaliações anteriormente citadas (CIVM, Caracterização Amostral, SV, ADM, US e Coleta de Sangue) além da avaliação de níveis de dor e recuperação (ver tópico 5.5.9 – Escalas de dor e Recuperação), também foi realizado um aquecimento preparatório em esteira (X-Fit 7 Power Treadmill) em velocidade fixa de 4 KM/h durante 5 minutos. O voluntário foi então posicionado na cadeira do dinamômetro isocinético previamente ajustado de acordo com o protocolo do equipamento. Para a determinação da amplitude do movimento durante o teste, foi solicitado que os avaliados realizassem uma extensão do joelho de modo que a amplitude fosse semelhante a execução do exercício realizado em uma cadeira extensora, evitando desta forma a extensão completa da articulação na fase concêntrica do movimento. Já para a determinação do limite de amplitude para a fase excêntrica foi requerido para que os sujeitos flexionassem o joelho em seu limite máximo.

Após a regulação completa do aparelho, foi realizado um protocolo de 4 (quatro) séries com 10 (dez) repetições concêntricas e excêntricas máximas para os extensores do joelho executadas em ambos os membros, utilizando o aparelho Dinamômetro Isocinético Biodex System 4 Dynamometer (Biodex Medical Systems, Shirley, New York). Foi determinada a velocidade de 60°/s e um intervalo de 1 minuto entre as séries para a indução do dano muscular conforme já relatado por Eston & Peters (1999), Sellwood et al. (2007) e Hernandez (2010). Após completar as 4 séries do exercício e ser realizada a avaliação do segundo momento da CIVM (pós exercício), o aparelho foi então ajustado para a realização do protocolo para o membro ainda não testado, o tempo máximo de troca e ajuste foi de 4 minutos.

5.5.8 Protocolo de Recuperação

Após a indução de dano muscular, realizado através Protocolo de Exercício, os avaliados foram distribuídos de maneira randomizada entre os grupos experimental (GE) e grupo controle (GC).

No grupo experimental, os voluntários foram submetidos ao tratamento de Crioterapia de Imersão (CI). Neste procedimento os avaliados foram imersos em um

tanque até a profundidade que fosse suficiente para cobrir inteiramente os membros inferiores, tendo como limite sua crista ilíaca (Figura 11). Os participantes permaneceram em imersão durante um período de 15 minutos a uma temperatura de aproximadamente 10 °C, condição esta que vem se mostrando eficaz na redução de percepção de dor muscular, bem como em marcadores de *stress* oxidativo (Prado et al. 2012; Bleakley et al. 2009). Os sujeitos receberam orientações sobre o posicionamento no qual deveriam permanecer (sentados sem movimentações estritamente necessárias) e foram informados de possíveis desconfortos nos membros inferiores e que caso a imersão se tornasse desconfortável poderiam abandoná-la sem constrangimentos.

Para realizar verificar o efeito da CI como método de recuperação, os avaliados sorteados como GC realizaram uma recuperação passiva de 15 minutos, onde estes permaneceram sentados durante o período de 15 minutos de modo que não realizasse nenhum tipo de esforço.

Os procedimentos de recuperação foram acompanhados pelo pesquisador durante os 15 minutos em ambos os protocolos para garantir que não houvesse movimentações estritamente necessárias (ex. Desconforto na posição). No GE foi relatado pelos avaliados um desconforto nos primeiros minutos nas extremidades dos membros inferiores, porém nenhum destes optou por encerrar a CI.



Figura 11. Voluntário Realizando Imersão em Gelo. Fonte: Dados do Pesquisador

5.5.9 Avaliação dos Níveis de Dor e Recuperação

Os níveis de dor e de recuperação foram mensurados através da Escala Visual Analógica (EVA) adaptada de Huskisson (1974) (Anexo II) e também pela Total Quality Recovery Scale (TQR) adaptada de *Kenttä* (1998) (Anexo III). Anteriormente ao início de todas as medidas, os avaliados foram familiarizados com as escalas e instruídos a observar suas respectivas ancoragens para que pudessem utilizá-las como referência para suas respostas. Em cada momento de coleta os participantes

recebiam as seguintes instruções verbais para a escala EVA: “Como você se sente em relação a sua dor localizada na sua coxa?”, visto que o objetivo seria avaliar a dor localizada nos membros exercitados, enquanto que a instrução verbal para a TQR foi: “O quão recuperado você se sente para realizar uma atividade de esforço máximo?”

As percepções de dor e recuperação foram verificadas em 5 (cinco) momentos distintos, foram eles: pré exercício, imediatamente após o exercício, após protocolo de recuperação, 24 e 48 horas após exercício.

5.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Inicialmente foi realizada uma estatística descritiva, para a caracterização da amostra, com média e desvio padrão das variáveis: Idade, peso, estatura, % de Gordura, massa magra e Área de secção transversa de vasto lateral. As demais variáveis tiveram sua normalidade testada pelo teste de Shapiro Wilk's e foram expressas em média \pm desvio padrão. O teste t para variáveis independentes foi utilizado para verificar a existência de possíveis diferenças entre as características antropométricas dos grupos.

Para correlação entre as escalas de dor e recuperação e entre a US_{echo} e os exames bioquímicos foi realizada a correlação de Pearson, visto que a normalidade dos dados foi comprovada.

Para verificar os efeitos dos protocolos de recuperação foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA) modelo misto para medidas repetidas entre os valores encontrados em todos os momentos de coleta (pré exercício, imediatamente pós exercício, após protocolo de recuperação, 24 e 48 horas pós exercício) e entre os dois grupos (experimental e controle). Posteriormente foi utilizado o Post-Hoc de Bonferroni para verificar as diferenças entre grupos e momentos em todas as variáveis. O nível de significância adotado para todas as análises foi de $p \leq 0,05$ e todos os dados foram tratados no Software SPSS 20.0 (IBM®).

6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

O principal objetivo dos métodos de recuperação aplicados ao exercício e esporte está em acelerar o retorno do atleta/praticante ao seu estado de força inicial, de modo que este possa executar uma mesma tarefa com eficiência similar a qual a realizou previamente a um esforço, seja ele máximo ou não. Dentre os vários procedimentos existentes utilizados para acelerar a recuperação, encontra-se a Crioterapia de Imersão, ou imersão em gelo como é mais conhecida, amplamente utilizada por atletas de várias modalidades esportivas. Porém, apesar de ser um método vastamente usado no exercício e no esporte, pouco se sabe sobre seus efeitos e alterações no interior do músculo, sendo assim, este estudo procurou contribuir com informações a respeito dos efeitos da imersão em gelo no conteúdo intramuscular após exercício intenso.

Os principais achados deste trabalho estarão descritos em tabelas ou gráficos, de acordo com a variável. As características dos sujeitos avaliados, bem como o resultado médio de área de secção transversa de vasto lateral, estão descritas na tabela 1, não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos.

TABELA 1 - Características gerais da amostra e valores de Área de Secção Transversa do Vasto Lateral dos avaliados.

Grupos	Idade Anos	Estatura Cm	Massa Corporal Kg	Gordura Corporal %	Área de Secção Transversa Cm²
Experimental (n=8)	23,8 ± 3,6	172,5 ± 5,6	76,01 ± 8,5	13,0 ± 5,0	25,4 ± 5,4
Controle (n=6)	25,3 ± 4,2	177,0 ± 6,8	83,03 ± 13,7	15,9 ± 8,6	20,9 ± 3,9

Nota: Valores expressos em média ± Desvio Padrão. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos.

Segundo Schumann & Klauke (2003) os valores de CK podem variar muito entre indivíduos saudáveis conforme sua rotina de atividades e exercícios, bem como sua idade, gênero, raça, etc. Schumann & Klauke (2003), também propuseram valores normativos para pessoas saudáveis em diversas enzimas, dentre elas a CK e DHL. Para encontrar tais valores, os autores realizaram entre 400 e 700 mensurações das

respectivas enzimas em um período de 30 a 45 dias de modo que aproximadamente 400 resultados obtivessem estabilidade na qual a variação fosse próxima a $\pm 2\%$, deste modo foram obtidos os valores de CK de 171 U/l e 145 U/l para homens e mulheres respectivamente, enquanto que os de DHL foram de 248 U/l para os homens e 247 U/l para mulheres.

TABELA 2 – Comportamento dos Níveis plasmáticos de CK (U/L).

	Pré	IAE	24 horas	48 Horas
Experimental	419,2 \pm 331,6	523,1 \pm 495,6	561,3 \pm 427,1	477,1 \pm 260,0
Controle	240,1 \pm 84,5	263,6 \pm 80,2	758,0 \pm 430,6 ^b	817,4 \pm 595,7 ^b

Nota: Valores expressos em média \pm Desvio Padrão. Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento (Crioterapia ou Repouso); 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. Diferenças significativas expostas através das letras: a – Diferença entre grupos, b – Diferença para pré, c – Diferença para IAE, d – Diferença 24 Horas. Todas as diferenças ocorreram em $p < 0,05$.

Os valores de CK podem se tornar muito instáveis e variáveis após atividades físicas (Totsuka et al. 2002; Da Silva et al. 2009), o que é capaz de fazer com que estes níveis cheguem a altíssimos valores que podem chegar mais de 5.000 U/l conforme apresentado por Ehlers & Ball & Liston (2002) após avaliarem por 4 dias atletas colegiais de futebol americano.

Em indivíduos praticantes de exercício físico os valores de base podem apresentar-se superiores aos encontrados por pessoas sedentárias, visto o contínuo dano muscular que estas pessoas sofrem, o que leva ao extravasamento desta enzima para a corrente sanguínea e sua redução ou estabilização ou redução pode indicar um melhor condicionamento físico ou maior recuperação (Hernandez, 2010; Da Silva et al. 2009).

As avaliações de CK revelaram um efeito da Crioterapia na manutenção dos valores em comparação ao momento pré, visto que após 48 horas não foram encontradas diferenças estatísticas entre os momentos avaliados, enquanto que o grupo controle teve um aumento significativo nos momentos 24 e 48 horas após o exercício, indicando tanto a alta intensidade do exercício quanto a eficácia do tratamento com gelo para a estabilização desta variável após a atividade. Este resultado corrobora principalmente com os achados de Burgess & Lambert (2016) que em seu estudo realizaram uma ampla revisão sobre os efeitos da crioterapia em

diversos aspectos, dentre eles os marcadores bioquímicos, e concluíram que este método aparenta ser eficaz para este marcador.

De modo semelhante, Skurvydas et al (2006) realizaram uma sessão de SSE (Stretch-Shortening Exercise) que consistiu em uma série de 100 saltos intermitentes com intervalo de 20s entre os saltos e, logo após, imersão em gelo a uma temperatura de $15 \pm 1^\circ\text{C}$ para o grupo experimental. Como resultado a CK apresentou diferenças significativas entre os momentos pré e entre os grupos, porém diferentemente dos resultados observados na Tabela 1 onde pode ser observada uma estabilização da CK no período de 48 horas, enquanto que no estudo de Skurvydas et al (2006) houve um aumento significativo neste marcador de dano. Tal diferença pode ter ocorrido devido as diferentes temperaturas utilizadas na imersão, fato este discutido por Burgess & Lambert (2016) que concluem em sua revisão que os modos de aplicação (temperatura, local, etc.) podem interferir nos resultados apresentados após a aplicação do método.

TABELA 3 – Comportamento dos Níveis plasmáticos de DHL (U/L).

	Pré	IAE	24 horas	48 Horas
Experimental	$360,6 \pm 88,1$	$383,8 \pm 71,6$	$476,5 \pm 102,8$	$377,8 \pm 53,0^{\text{ad}}$
Controle	$406,2 \pm 105,6$	$374,3 \pm 45,6$	$406,7 \pm 91,7$	$444,3 \pm 66,2^{\text{ac}}$

Nota: Valores expressos em média \pm Desvio Padrão. Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento (Crioterapia ou Repouso); 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. Diferenças significativas expostas através das letras: a– Diferença entre grupos, b – Diferença para pré, c – Diferença para IAE, d – Diferença 24 Horas. Todas as diferenças ocorreram em $p < 0,05$.

De modo semelhante a CK, a DHL também é considerada como um indicador de intensidade do exercício e pode ter seus valores aumentados na corrente sanguínea após uma atividade física intensa devido tanto a intensidade do exercício como a possíveis microlesões musculares ocorridas durante o esforço (Sales et al. 2013).

A DHL pode ser encontrada em mamíferos e é principalmente vista no metabolismo da glicose. Quando não há oxigênio tal enzima catalisa a redução do Piruvato a Lactato, enquanto que quando existe a presença de oxigênio, bem como lactato, este será oxidado novamente em Piruvato tanto no fígado (Ciclo de Cori)

quanto no sangue (Lançadeira de Lactato) (Brooks et al. 1999; Horton et al. 1996; Brooks, 1986a; Brooks, 1986b).

Neste aspecto, como pode ser observado na Tabela 3 a DHL obteve um comportamento diferente do visto na CK (Tabela 2), enquanto que na CK houve aumento durante o período avaliado para o GC, a DHL se manteve estável sendo encontrada apenas diferença significativa, estando tal entre os momentos 24 e 48 horas. Já para o GE nota-se um comportamento diferenciado da DHL a qual se manteve estável nos momentos Pré e IAE seguido de um aumento no momento 24 horas (não significativo) e finalizando com uma diminuição estatisticamente significativa ($p < 0,05$) no momento 48 horas. Conjuntamente foi identificada diferença significativa entre os grupos no momento 48 horas, onde o GC ($444,3 \pm 66,2$) mostrou-se maior que o GE ($377,8 \pm 53,0$).

Brooks e colaboradores (1999) comentam que o papel da DHL no exercício está principalmente vinculado a oxidação e redução do Piruvato, de modo que este possa ser utilizado de algum modo como intermediário para formação de ATP, seja através do Ciclo de Cori no fígado ou no sangue através da Lançadeira de Lactato. Deste modo o aumento desta enzima no sangue, em relação aos seus valores basais, após um exercício intenso conforme o realizado, pode indicar desde um aumento na ressíntese de glicogênio muscular, conforme demonstrado por Reim et al. (1971) onde observou-se maior glicogênio em animais que possuíam maiores valores de DHL, a representação de maior dano muscular devido ao rompimento de fibras e extravasamento desta para o sangue (Nicolau et al. 2014).

Ao analisar o efeito da crioterapia em si, Fonseca et al (2016) identificaram efeitos semelhantes na DHL ao submeterem 8 atletas de Jiu Jitsu a aplicação de crioterapia de imersão por 19 minutos a uma temperatura de $6,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ após uma sessão de treinamento. Neste estudo, os autores observaram diferenças significativas dos momentos pós-recuperação e 48 para com o momento 24 horas no grupo crioterapia, bem como uma diferença em relação ao grupo controle neste mesmo momento. Porém diferentemente do estudo de Fonseca, nesta pesquisa diferenças semelhantes foram encontradas no momento 48 horas (diferenças entre grupos e para o momento pós esforço para o GC e 24 horas para o GE), esta pequena distinção pode ocorrer devido as diferenças tanto de temperatura como tempo de exposição, dentre outros fatores, porém pode-se dizer que a resposta da DHL aos protocolos se manteve semelhante entre os estudos.

Por outro lado, Pournot et al. (2011) ao avaliarem 41 atletas treinados de diferentes modalidades (Futebol Americano, Rugby e Voleibol) em diferentes protocolos de imersão em água, não encontraram alterações significativas nos valores de DHL, sugerindo que os resultados podem variar conforme o tamanho e o tipo de músculo afetado pelo protocolo de exercícios, os autores também citam que mudanças neste marcador podem ser mais sensíveis a exercícios para músculos alvo (ex. Cadeira Extensora), fato este que pode ser observado nesta pesquisa, visto que foi realizado um exercício específico para o quadríceps enquanto que o estudo de Pournot e colaboradores (2011) foi feito com exercício intermitente “generalizado” (10 minutos de circuito, alternando entre 30 segundos de remada e 30 segundos de remo ergômetro ambos em intensidade indicada pelos avaliadores).

TABELA 4 - Comportamento da média de intensidade de pixels (US_{echo}), do vasto lateral, nos diferentes momentos.

	Pré	IAE	IAT	24 Horas	48 Horas
Experimental	40,1 ± 5,1	52,5 ± 6,8 ^b	46,2 ± 9,0 ^d	35,4 ± 7,9 ^c	39,1 ± 7,4 ^c
Controle	43,4 ± 13,9	52,1 ± 11,1	54,1 ± 15,2 ^b	47,9 ± 18,9	48,1 ± 14,5

Nota: Valores expressos em média ± Desvio Padrão. Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento (Crioterapia ou Repouso); 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. Diferenças significativas expostas através das letras: a– Diferença entre grupos, b – Diferença para pré, c – Diferença para IAE, d – Diferença 24 Horas. Todas as diferenças ocorreram em $p < 0,05$.

Outra forma de avaliar um possível dano muscular é através da intensidade echo, este método pode ser realizado através de exames de imagem (ultrassonografia, ressonância magnética, tomografia, dentre outros) selecionando uma área de interesse (AI) na imagem do músculo e encaminhando esta para a análise em programas específicos de contagem de *pixels*, deste modo o avaliador receberá a intensidade deste sinal, ou seja, quanto mais clara a imagem estiver maior a presença de edema e quanto mais escura maior a presença de tecido muscular normal (Andrade, 2017). Conforme pode ser observado na Tabela 4, o GE apresentou aumento significativo da US_{echo} no momento IAE quando comparado ao momento pré, indicando o possível dano muscular assim como a existência de edema intramuscular induzido pelo exercício. Ainda no GE podem ser notadas outras alterações na US_{echo} dentre elas a redução da intensidade de sinal no momento 24 e 48 horas, estes estatisticamente menores que o momento IAE, porém semelhantes

ao momento Pré, indicando a contribuição da crioterapia de imersão no retorno aos valores basais após 48 horas de aplicação do protocolo. Por outro lado, no GC o momento IAT resultou maior valor de intensidade echo em comparação com o momento Pré, confirmando o pressuposto de que o repouso não promoveria a devida redução do edema intramuscular após o exercício intenso. Apesar dos momentos 24 e 48 horas não apresentarem diferenças significativas em comparação com o momento Pré, IAE ou IAT, estes valores apresentaram uma tendência a serem maiores em comparação ao GE, possivelmente não apresentando diferenças devido ao N coletado.

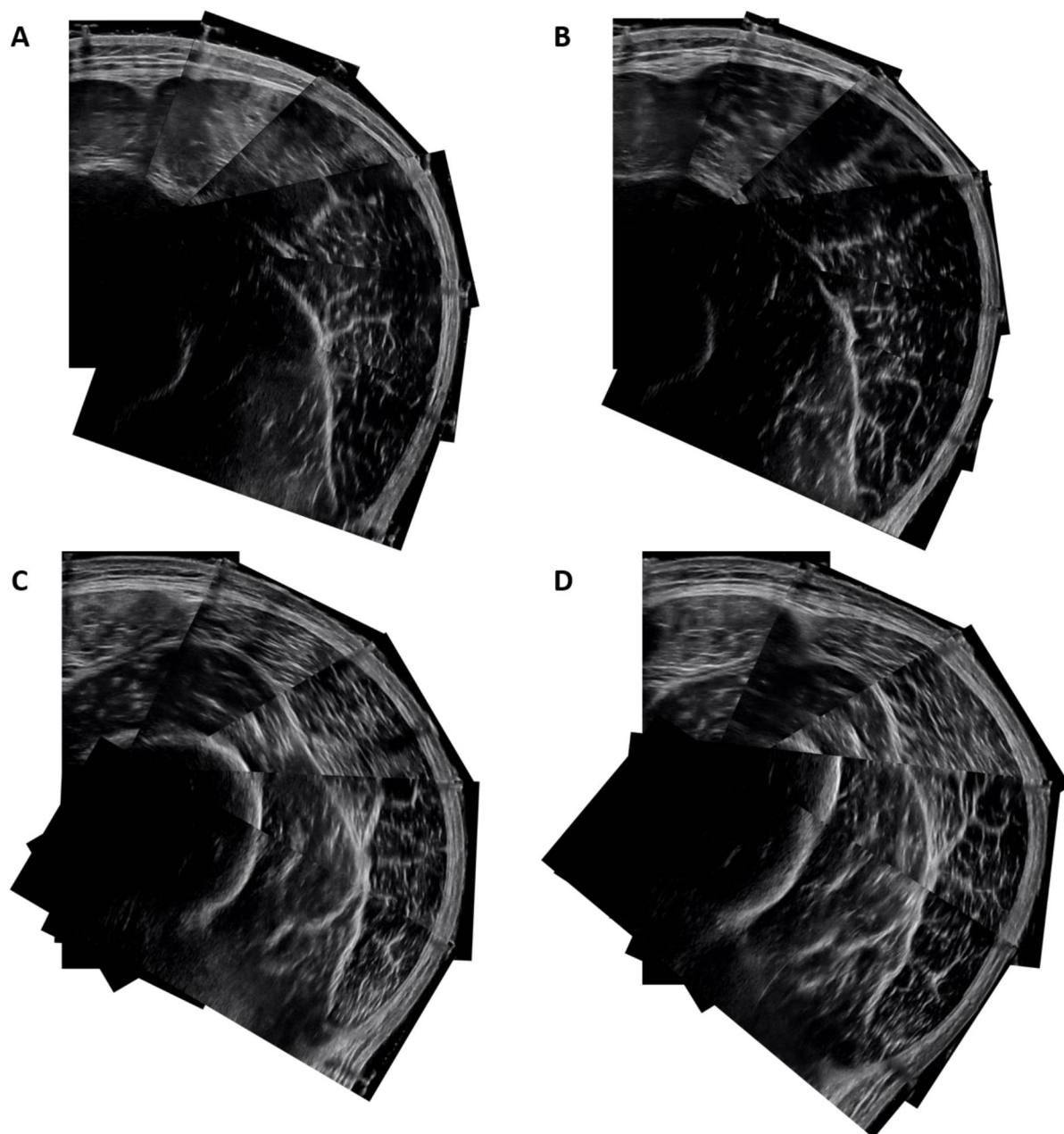


Figura 12 - Imagens representativas do Vasto Lateral (VL) utilizado para as análises mensuradas nos momentos Pré e 48 horas para o GE (A e B) e GC (C e D) respectivamente.

Semelhante a esta pesquisa, Yanagisawa et al. (2003) avaliaram os efeitos da imersão em gelo nos flexores plantares de 14 homens ($23,8 \pm 2,3$ anos) divididos em dois grupos (experimental e controle). Neste estudo os autores realizaram 5 séries de 12 repetições, com 1 minuto de intervalo entre as séries, para os flexores plantares com uma carga constante de 30% da Contração Isotônica Máxima (aferida previamente). Os participantes alocados no GE deveriam imergir as pernas logo em após o exercício em um recipiente com água gelada a aproximadamente 5°C durante 15 minutos. Para mensuração das alterações no conteúdo intramuscular foi realizada

ressonância magnética do gastrocnêmio medial nos momentos pré, imediatamente, 30 min, 60 min, 24, 48, 96 e 168 horas após o exercício. Utilizando o mesmo recorte temporal realizado na presente pesquisa, Yanasigawa e seus colaboradores também encontraram uma estabilização nos valores de intensidade de sinal no grupo experimental enquanto que o grupo controle obteve um aumento significativo em 48 horas após a atividade sugerindo um aumento da presença de edema na musculatura avaliada. Estas evidências corroboram mais uma vez sobre a eficácia dos exames de imagem em identificar alterações no conteúdo intramuscular após atividades intensas, bem como os efeitos deste protocolo de recuperação no músculo dos sujeitos avaliados.

Por outro lado, Caresio et al. (2015) ao analisar a US_{echo} em diferentes músculos, AI e sexos, concluíram que a intensidade de sinal pode ser altamente dependente da AI avaliada bem como do músculo, sexo e população, podendo esta imagem apresentar diferentes resultados conforme sua porção selecionada. Neste estudo, Caresio e seus colaboradores também identificaram que os músculos bíceps braquial e tibial anterior possuem uma maior US_{echo} do que os demais músculos avaliados, neste mesmo estudo as mulheres, independente do músculo avaliado, possuíam valores maiores que os homens, fenômeno este já relatado na literatura (Buckner et al. 2017; Lixandrão et al. 2014; Damas et al. 2016a; Young et al. 2015) e também citado por Akagi et al (2017) onde não foram encontradas diferenças na US_{echo} entre jovens e idosos, neste caso os autores sugerem que este resultado “incomum” pode ter sido afetado devido a fatores como massa corporal, massa magra e volume muscular dos avaliados.

Neste aspecto, a avaliação da Área de Secção Transversa de um músculo pode minimizar tais efeitos negativos (ex. coleta de imagem de pontos mais ou menos afetados). Assim sendo, a proposta de Lixandrão et al. (2014) torna-se extremamente plausível para evitar erros no momento da seleção da AI, visto que toda a área do músculo será avaliada, tal como realizado também por Damas et al. (2016a) onde foram realizadas 10 semanas de treinamento de força com jovens destreinados que tiveram seu Vasto Lateral avaliado durante o período. Damas et al. (2016a) concluem, ao avaliar toda a área do músculo, que o aumento da área de secção transversa do músculo ocorre devido ao aumento da presença de edema intramuscular e não de tecido muscular propriamente dito. Portanto, resultados mais fidedignos podem ser esperados ao se avaliar uma musculatura por inteiro ao invés de somente uma AI.

TABELA 5 - Pico de torque da CIVM da perna direita (N/m)

	Pré	IAE	IAT	24 Horas	48 Horas
Experimental	301,2 ± 35,0	219,7 ± 47,0 ^b	278,1 ± 4,2 ^c	302,0 ± 34,9 ^c	319,3 ± 33,0 ^c
Controle	325,5 ± 95,6	234,6 ± 86,2 ^b	286,0 ± 69,7 ^c	310,8 ± 79,0 ^c	319,8 ± 76,2 ^c

Nota: Valores expressos em média ± Desvio Padrão. Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento (Crioterapia ou Repouso); 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. Diferenças significativas expostas através das letras: a– Diferença entre grupos, b – Diferença para pré, c – Diferença para IAE, d – Diferença 24 Horas. Todas as diferenças ocorreram em $p < 0,05$.

Diferente do observado nas variáveis anteriores, a CIVM não obteve um comportamento diferenciado entre os grupos. Conforme apresentado na Tabela 5, todos os momentos se diferenciaram do momento IAE, porém nota-se uma tendência de menor recuperação dos valores para o GC, o qual não retorna aos valores iniciais, e maior para o GE que retorna e inclusive tem um leve incremento em relação aos seus valores iniciais. Apesar de não haver diferença significativa entre os grupos, claramente pode ser observado em ambos o efeito fatigante do protocolo de exercícios visto que, em comparação ao momento Pré, ambos os grupos obtiveram uma redução na CIVM de mais de 25% de forma que somente após 24 horas a força esteve novamente próxima aos valores basais.

De modo semelhante Peiffer et al. (2010) não encontraram diferenças, entre os grupos crioterapia e controle, na potência dos extensores dos joelhos após um *Time Trial* de 16km em ciclistas experientes. Do mesmo modo, Guilhem et al. (2013) também não identificaram diferenças entre os grupos, tão quanto intra grupos ao submeterem 24 homens a 3 séries de 20 repetições excêntricas máximas para os flexores dos cotovelos e crioterapia de pulso de ar que consistiu em 3 pulsos (-30°C) de 4 minutos cada com 1 minuto de intervalo. Consequentemente a estas observações pode-se supor que apesar de possuir efeitos em marcadores bioquímicos e no conteúdo intramuscular dos avaliados, a CI parece não influenciar a CIVM, independente da forma que esta for realizada.

Por outro lado, ao observar a potência de membros inferiores através do SV, nota-se que existem diferenças tanto entre momentos quanto entre os grupos. Nesta variável foram encontradas diferenças entre o GC e o GE nos momentos IAE, 24 e 48 horas. Enquanto que no GC não foram identificadas diferenças entre os momentos,

no GE apresentou valores estatisticamente divergentes nos momentos IAE e IAT em relação ao Pré ($p < 0,01$) e do momento IAT em relação a 24 e 48 horas conforme pode ser verificado na Tabela 6.

TABELA 6 - Comportamento do SV (cm) durante os diferentes momentos

	Pré	IAE	IAT	24 Horas	48 Horas
Experimental	44,3 ± 4,6	38,6 ± 4,9 ^{ab}	35,7 ± 5,7 ^{bde}	41,8 ± 2,8 ^{ac}	42,1 ± 4,0 ^a
Controle	36,3 ± 6,1	31,9 ± 5,5 ^a	31,8 ± 8,1	33,5 ± 6,2 ^a	34,0 ± 8,3 ^a

Nota: Valores expressos em média ± Desvio Padrão. Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento (Crioterapia ou Repouso); 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. Diferenças significativas expostas através das letras: a– Diferença entre grupos, b – Diferença para pré, c – Diferença para IAE, d – Diferença para 24 Horas, e – Diferença para 48 horas. Todas as diferenças ocorreram em $p < 0,05$.

Os resultados obtidos corroboram em partes com os achados de Fonseca et al. (2016) que encontraram diferenças no momento pós recuperação para com os momentos 24 e 48 horas tanto no grupo crioterapia quanto no grupo controle e também entre os grupos nos momentos 24 e 48 horas ao avaliarem a recuperação de atletas de jiu jitsu. De modo semelhante White & Rhind & Wells (2014), ao testarem diferentes temperaturas de água para recuperação, encontraram efeitos benéficos da imersão durante 10 min a 10°C em comparação a mesma temperatura durante 30 minutos, de maneira que os avaliados praticamente retornaram aos valores iniciais nesta temperatura (sem diferenças significativas para o momento Pré).

Sob outra perspectiva Ascensão et al. (2011) encontraram efeitos da crioterapia no SV ao imergir atletas de futebol juniores em 10°C por 10 min e ao imergir o GC por 10 min a uma temperatura de 35°C não foram achados efeitos positivos na recuperação dos atletas.

À vista disso, a temperatura de 10° mostrou-se eficiente para o restabelecimento da potência de membros inferiores, haja vista os estudos citados. Por outro lado, enquanto que para o SV a CI mostrou-se eficiente, não foram observados efeitos na CIVM. Este fato pode ser elucidado através do estudo de Conde et al. (2015) onde foram avaliados 14 atletas de basquetebol juvenil em diversos testes físico-motores, dentre eles o SV e potência dos extensores e flexores dos joelhos por dinamômetro isocinético. Nesta pesquisa os autores concluem que as variáveis antropométricas podem interferir diretamente no desempenho de atletas,

principalmente quando se trata de testes que incluem deslocamento de peso corporal, de jeito que quanto maior a massa muscular do avaliado maior pode ser sua potência dos extensores dos joelhos, enquanto que quanto maior a quantidade de tecido adiposo, menor pode ser seu SV. Sendo assim, os resultados de potência de membros inferiores devem ser analisados sempre em movimentos estáticos (CIVM) e dinâmicos (SV) para uma maior precisão e validade no momento de verificar a recuperação ou não de um avaliado após um processo de dano muscular.

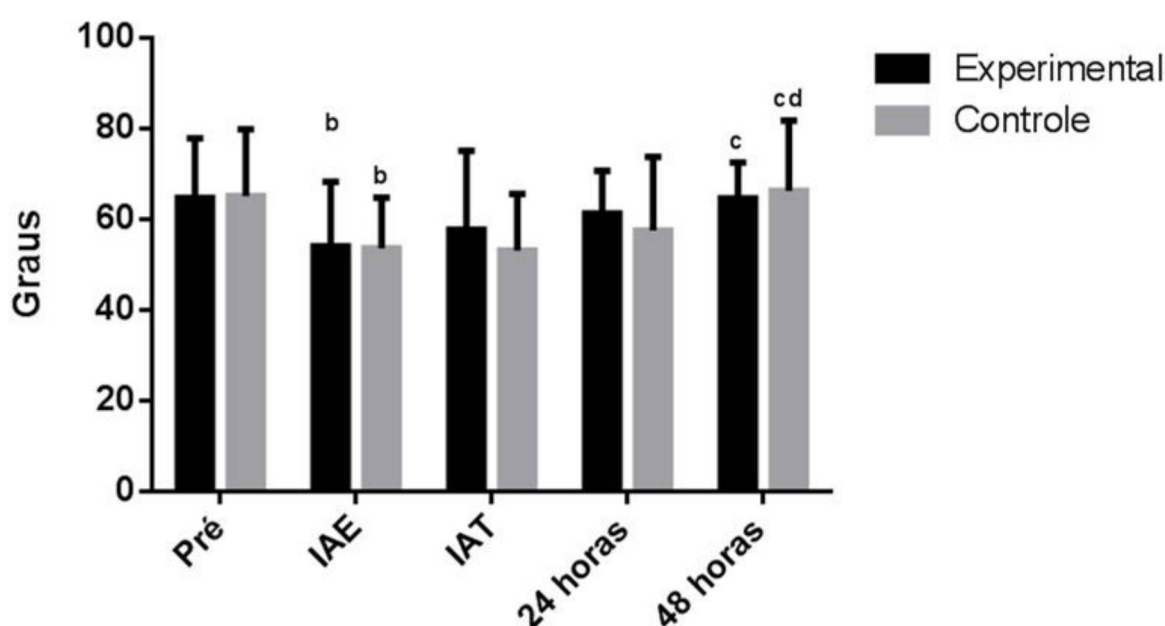


Gráfico 1 - Comportamento da ADM (graus) da Perna Direita.

Nota: Valores expressos em média \pm Desvio Padrão. Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento (Crioterapia ou Repouso); 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. Diferenças significativas expostas através das letras: a– Diferença entre grupos, b – Diferença para pré, c – Diferença para IAE, d – Diferença 24 Horas. Todas as diferenças ocorreram em $p < 0,05$.

Com relação a ADM, observa-se um comportamento semelhante ao da CIVM nos momentos subsequentes a aplicação do protocolo de exercícios. Foram encontradas diferenças significativas entre os momentos Pré ($64,7 \pm 13,2$ no GE e $65,1 \pm 14,8$ no GC) e IAE ($54,0 \pm 14,3$ GE e $53,66 \pm 11,2$ GC) e também no momento 48 horas ($64,62 \pm 7,9$ GE, $66,33 \pm 15,5$ GC) em relação ao momento IAE em ambos os grupos. Ainda em relação ao momento 48 horas somente o GC apresentou $p < 0,05$ em comparação ao momento IAE.

Apesar de existirem algumas diferenças estatísticas observadas no Gráfico 1, nenhum efeito da CI pode ser confirmado para esta variável, visto que não houve diferenças dos momentos pós para com o momento Pré após a recuperação em ambos os grupos, apesar de o GE apresentar uma restauração levemente superior ao GC no momento IAT, comportamento este semelhante ao visto nos resultados da CIVM conforme comentado anteriormente.

Esta pesquisa vai em contraponto aos achados de Eston & Peters (1999) onde foi encontrado um maior ângulo de cotovelo nos sujeitos os quais realizaram a CI após 8 séries de 5 repetições concêntricas e excêntricas máximas a 30°/s em dinamômetro isocinético.

Por outro lado, Fukushi & Da Rocha & Stefanyshyn (2015) e Glasgow & Ferris & Bleakley (2014) também não encontraram efeitos da CI na ADM do joelho na corrida e do quadríceps (respectivamente) após protocolos de indução de fadiga e/ou dano muscular.

Segundo Bailey et al (2007), um dos fatores que pode contribuir diretamente para a diminuição tanto da ADM quanto da potência é a percepção de dor e a sensação de recuperação de uma pessoa as quais podem ter suas sensações pioradas após 48 horas da atividade realizada (Cheung & Hume & Maxwell, 2003; Johnson, 2005; Hernandez, 2010; Crowther et al. 2017; Osiecki et al. 2015; Wassmansdorf, 2012).

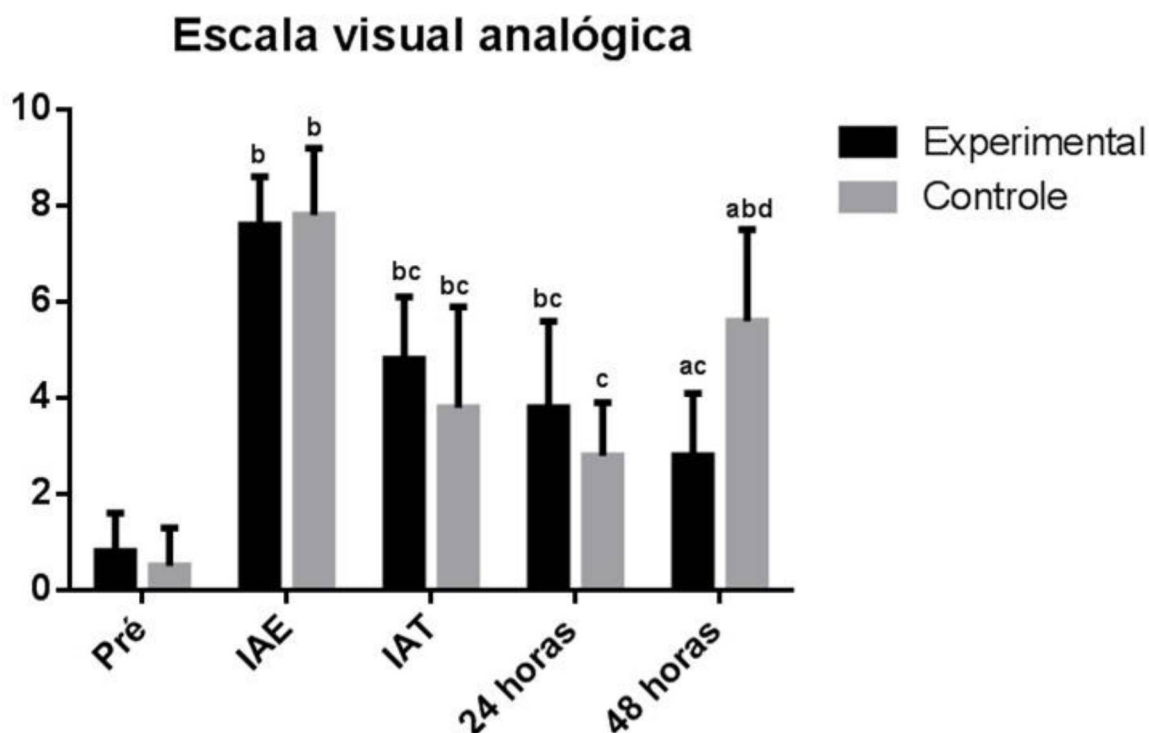


Gráfico 2 - Visualização dos níveis de percepção de dor através da EVA (Escala Visual Analógica).

Nota: Valores expressos em média \pm Desvio Padrão. Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento (Crioterapia ou Repouso); 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. Diferenças significativas expostas através das letras: a– Diferença entre grupos, b – Diferença para pré, c – Diferença para IAE, d – Diferença 24 Horas. Todas as diferenças ocorreram em $p < 0,05$.

Neste âmbito, vale observar os achados desta pesquisa em relação a percepção de dor através da EVA. Constata-se que ambos os grupos tiveram uma grande elevação na escala numérica após o esforço proporcionando em um e outro uma diferença estatística do momento IAE em relação ao momento Pré. Notam-se também outras diferenças significativas, tais como do momento IAT para com o IAE e Pré em ambos os grupos, do momento 24 horas para o IAE nos grupos GC e GE e Pré para o GE, por fim do instante 48 horas para o IAE no GE e em relação ao Pré e 24 horas para o GC, neste último instante também foi constada diferença entre os grupos sendo o GC maior que o GE.

Conforme mencionado anteriormente, vários estudos ressaltaram que aumentos abruptos na sensação de dor podem ocorrer a partir de 24 horas após um esforço intenso, ainda mais quando este possuir natureza excêntrica (Cheung & Hume & Maxwell, 2003; Johnson, 2005; Hernandez, 2010; Crowther et al. 2017; Osiecki et

al. 2015; Wassmansdorf, 2012; Christmas et al. 2017; Fitts, 1994). Neste aspecto, esta pesquisa corrobora com os achados de Ramos et al. (2017) onde, após 6 dias consecutivos de treinamento seguido de Crioterapia ou repouso, foram achadas maiores percepções de dor localizada no grupo que não realizou a imersão em gelo no último dia de coletas. De modo semelhante Glasgow & Ferris & Bleakley (2014) encontraram uma tendência de redução da dor para maiores tempos de permanência no gelo (>10 minutos), o estudo de Pinheiro (2016) corrobora também com os resultados desta pesquisa, visto que, foi identificado efeito da Crioterapia no aumento da sensação de recuperação em conjunto com a ausência de efeito na CIVM de atletas de futebol. Por outro lado, Vaile et al. (2008) e Sellwood et al. (2007) falharam em encontrar efeitos da CI na percepção de dor, sugerindo que os efeitos deste método de recuperação podem estar diretamente ligados com vários aspectos, dentre eles o tempo de permanência, temperatura e forma de aplicação.

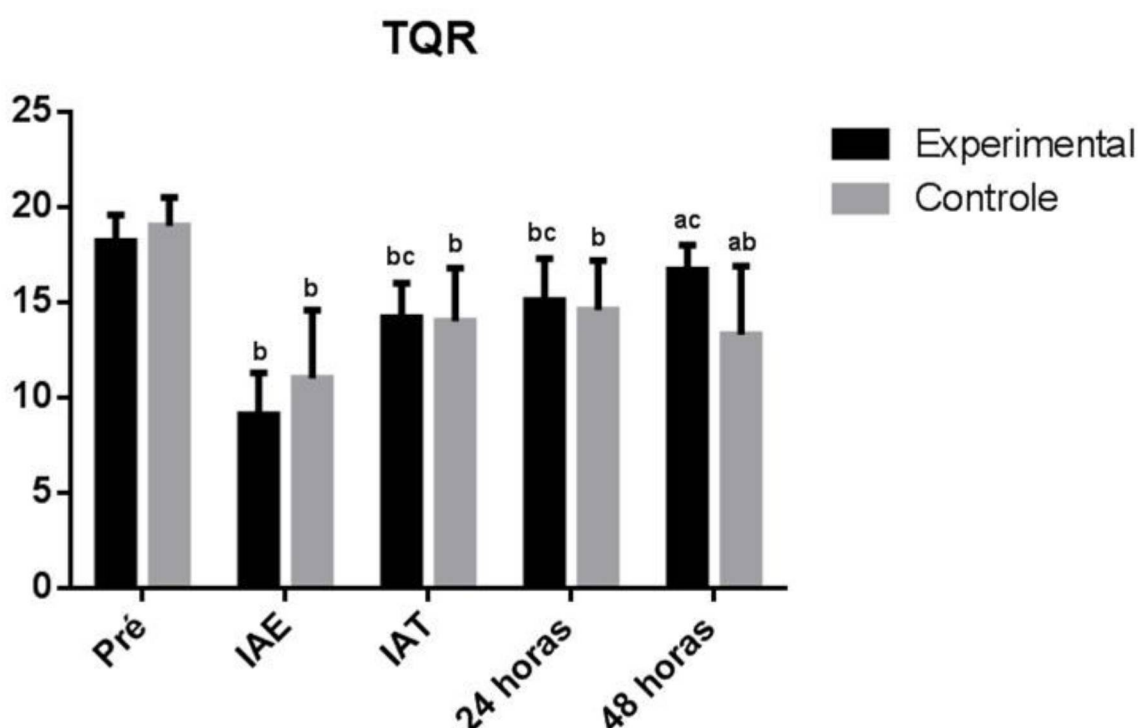


Gráfico 3 - Níveis de Recuperação através da escala TQR (Total Quality Recovery Scale).

Nota: Valores expressos em média \pm Desvio Padrão. Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento (Crioterapia ou Repouso); 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. Diferenças significativas expostas através das letras: a – Diferença entre grupos, b – Diferença para pré, c – Diferença para IAE, d – Diferença 24 Horas. Todas as diferenças ocorreram em $p < 0,05$.

Aliada as sensações de dor, a percepção de recuperação também é um forte aliado em identificar o estado do avaliado após uma atividade intensa, pois além desta escala estar correlacionada com os níveis de CK (Osiecki et al. 2015), ela também se mostrou altamente conexa com a escala EVA, principalmente no que tange aos momentos de maiores dores, conforme pode ser observado na Tabela 7 onde foi averiguado um r de -0,857 com um $p < 0,001$ para esta comparação entre as escalas. Com relação as respostas da TQR em si, nota-se grande semelhança entre os resultados obtidos na escala EVA (Gráfico 2) e na TQR (Gráfico 3) havendo somente 1 disparidade entre os resultados, este podendo ser observado no momento 48 horas onde o GC não apresentou diferenças para o momento 24 horas, enquanto que na EVA esta diferença foi apresentada.

TABELA 7 - Correlação entre as escalas de percepção de dor e percepção de recuperação nos diferentes momentos.

Pré	IAE	IAT	24 horas	48 horas
$r = -0,540^*$	$r = -0,030$	$r = -0,735^*$	$r = -0,599^*$	$r = -0,857^*$
($p = 0,046$)	($p = 0,919$)	($p = 0,003$)	($p = 0,024$)	($p < 0,001$)

Nota: Valores expressos em valores de coeficiente de correlação (r). Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento; 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. * Indica Correlação significativa ($p < 0,05$).

Osiecki et al. (2015) e Freitas et al. (2014) ao compararem a TQR com marcadores bioquímicos de dano muscular encontraram fortes correlações inversas entre a escala e a CK, concluindo que a TQR pode ser um método sensível e interessante para a avaliação do estado de recuperação de atletas, podendo ser aplicada e verificada constantemente sem elevados custos, porém sua análise em conjunto com outras variáveis (bioquímicos, neuromotores ou exames de imagem) pode potencializar a precisão da afirmação no que diz respeito ao estado do indivíduo.

Neste cenário, cabe também analisar a possível existência de relação entre a presença de edema intramuscular e os demais indicadores de dano e recuperação como a CK, DHL, EVA e TQR, podendo assim verificar se esta alteração no músculo pode estar ligada a um destes parâmetros. Assim sendo, ao comparar os resultados do US_{echo} com as demais variáveis não foram encontradas correlações significativas.

Este resultado reforça o exposto por diversos autores (Cadore et al. 2012; Cadore et al. 2014; Pillen et al. 2009; Pillen et al. 2011; Young et al. 2015) que apesar de um bom indicador do conteúdo intramuscular, a US_{echo} pode sofrer alterações conforme as atividades diárias, idade, rotina de exercícios físicos, além da variação e resposta individual de cada sujeito, da mesma forma que a CK (Da Silva et al. 2009).

TABELA 8 - Correlação entre US_{echo} e Níveis Plasmáticos de DHL.

Pré	IAE	24 horas	48 horas
$r = 0,185$	$r = -0,490$	$r = -0,250$	$r = -0,102$
($p = 0,526$)	($p = 0,867$)	($p = 0,388$)	($p = 0,730$)

Nota: Valores expressos em valores de coeficiente de correlação (r). Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. Não foram encontradas correlações significativas

TABELA 9 - Correlação entre US_{echo} e os Níveis Plasmáticos de CK.

Pré	IAE	24 horas	48 horas
$r = -0,084$	$r = -0,393$	$r = -0,363$	$r = -0,142$
($p = 0,776$)	($p = 0,165$)	($p = 0,202$)	($p = 0,628$)

Nota: Valores expressos em valores de coeficiente de correlação (r). Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. Não foram encontradas correlações significativas

TABELA 10 - Correlação entre US_{echo} e Níveis reportados na escala TQR.

Pré	IAE	IAT	24 horas	48 horas
$r = -0,331$	$r = -0,153$	$r = -0,097$	$r = -0,168$	$r = -0,192$
($p = 0,248$)	($p = 0,374$)	($p = 0,741$)	($p = 0,567$)	($p = 0,512$)

Nota: Valores expressos em valores de coeficiente de correlação (r). Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento; 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. * Indica Correlação significativa ($p < 0,05$).

TABELA 11 - Correlação entre US_{echo} e níveis reportados na escala EVA.

Pré	IAE	IAT	24 horas	48 horas
-----	-----	-----	----------	----------

$r = 0,049$	$r = 0,218$	$r = - 0,058$	$r = - 0,261$	$r = - 0,260$
($p = 0,868$)	($p = 0,455$)	($p = 0,843$)	($p = 0,368$)	($p = 0,369$)

Nota: Valores expressos em valores de coeficiente de correlação (r). Pré – Momento Pré Exercício; IAE – Imediatamente Após Exercício; IAT – Imediatamente Após Tratamento; 24 Horas – 24 horas após o exercício; 48 Horas – 48 horas após o exercício. * Indica Correlação significativa ($p < 0,05$).

Ainda que controversas, a utilização da CI pode ser considerada um método efetivo na recuperação após exercícios intensos, tendo em vista sua eficácia nesta pesquisa em estabilizar ou reduzir alguns parâmetros como por exemplo US_{echo} , CK, EVA e TQR. A discrepância observada nos resultados de diversos estudos com relação a CI podem estar diretamente vinculados a diversidade de protocolos aplicados (Bailey et al. 2007; Peiffer et al. 2010; Pournot et al. 2011; Fonseca et al 2016), porém este fato não limita os achados desta pesquisa. Diante destes fatos, o monitoramento de variáveis psicofisiológicas deve ser constante desde atletas à indivíduos praticantes de exercício físico no intuito de controlar possíveis sobrecargas que possam estar ocorrendo em decorrência a elevadas cargas de treinamento.

No que diz respeito identificação de edema intramuscular, a metodologia utilizada mostrou-se efetiva para a comparação de resultados entre os momentos, assim como no estudo de Damas et al. 2016a onde foi empregado o mesmo método para identificar a origem da alteração na área de secção transversa do Vasto Lateral após 10 semanas de treinamento.

Todavia, o presente estudo apresentou algumas limitações que valem ser ressaltadas, dentre elas a não realização de controle alimentar durante os procedimentos, maiores critérios na seleção de amostra (ex.: maior tempo de treino ininterrupto) e reduzido número de participantes, neste caso muitos relataram impossibilidade de participar devido a 3 motivos principais: Muitos dias sem poder realizar exercício (4 dias ao todo), impossibilidade de comparecer por 3 dias consecutivos ao laboratório e não ter afinidade com agulhas para a retirada de sangue intravenoso. Apesar de não serem observados resultados entre as correlações de US_{echo} com as demais variáveis as quais foi relacionada, este estudo contribuiu com a sugestão de Pinheiros (2016), onde foi proposto que avaliações bioquímicas poderiam ser avaliadas em conjunto com métodos menos invasivos de identificação de dano muscular.

Desta maneira, novos estudos devem ser realizados no intuito de contribuir com a elucidação do processo de dano e recuperação intramuscular após sessões de CI, podendo também avaliar seus efeitos a longo prazo e sua possível interferência ou não no processo de hipertrofia e/ou ganho de força, tal como os efeitos no conteúdo intramuscular após diferentes métodos de recuperação.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados, conclui-se que o uso da Crioterapia de Imersão foi efetivo nas avaliações das seguintes variáveis: CK, DHL, EVA, TQR, SV e US_{echo}. Por outro lado, não foram observados resultados expressivos no que diz respeito a CIVM, ADM bem como nas relações entre o US_{echo} e as variáveis bioquímicas. Deste modo comprovou-se a hipótese inicial de que a Imersão em Gelo pode ser um meio efetivo tanto para a redução do edema intramuscular como para a manutenção dos níveis de marcadores bioquímicos.

Resultados divergentes são esperados em estudos que utilizem a Crioterapia de Imersão, visto a grande variedade de protocolos de exercícios e de imersão utilizados nas diversas pesquisas citadas, os quais podem interferir diretamente nos resultados apresentados.

Sugere-se o uso deste método em novas pesquisas envolvendo o tema de recuperação muscular de variadas populações, desde atletas a indivíduos praticantes de exercício físico sem objetivo competitivo, no intuito de avaliar um mesmo protocolo de imersão e dano e seus efeitos desde a percepção de dor à redução da quantidade de edema intramuscular.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, Randy. Revised Physical Activity Readiness Questionnaire. **Canadian Family Physician**, v. 45, p. 992, 1999.
- ANTONIO, Jose; GONYEA, William J. Progressive stretch overload of skeletal muscle results in hypertrophy before hyperplasia. **Journal of applied physiology**, v. 75, n. 3, p. 1263-1271, 1993.
- Andrade, Sérgio Luiz Ferreira. Efeitos da eletroestimulação funcional combinada com restrição do fluxo sanguíneo em músculos afetados pela lesão medular. / Sérgio Luiz Ferreira Andrade. – Curitiba, 2016.84 f.: il. ; 30cm.
- AKAGI, Ryota et al. Muscle size-strength relationship including ultrasonographic echo intensity and voluntary activation level of a muscle group. **Archives of gerontology and geriatrics**, 2017.
- ASCENSÃO, António et al. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. **Journal of sports sciences**, v. 29, n. 3, p. 217-225, 2011.
- BATISTA, L. H. et al. Avaliação da amplitude articular do joelho: correlação entre as medidas realizadas com o goniômetro universal e no dinamômetro isocinético. **Rev bras fisioter**, v. 10, n. 2, p. 193-8, 2006.
- BAILEY, D. M. et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. **Journal of sports sciences**, v. 25, n. 11, p. 1163-1170, 2007.
- BLEAKLEY, Chris M.; DAVISON, Gareth W. What is the biochemical and physiological rationale for using Cold Water Immersion in Sports Recovery? A Systematic Review. **British journal of sports medicine**, p. bjsm. 2009.065565, 2009.
- BROOKS, G. A. Lactate production under fully aerobic conditions: the lactate shuttle during rest and exercise. In: **Federation proceedings**. 1986a. p. 2924-2929.
- BROOKS, George A. The lactate shuttle during exercise and recovery. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 18, n. 3, p. 360-368, 1986b.

BROOKS, George A. et al. Role of mitochondrial lactate dehydrogenase and lactate oxidation in the intracellular lactate shuttle. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 96, n. 3, p. 1129-1134, 1999.

BUCKNER, Samuel L. et al. Differentiating swelling and hypertrophy through indirect assessment of muscle damage in untrained men following repeated bouts of resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, p. 1-12, 2016.

BURGESS, Theresa L.; LAMBERT, Michael I. The efficacy of cryotherapy on recovery following exercise-induced muscle damage: invited review article. **International SportMed Journal**, v. 11, n. 2, p. 258-277, 2010.

CADORE, Eduardo Lusa et al. Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. **Experimental gerontology**, v. 47, n. 6, p. 473-478, 2012

CADORE, E. L. et al. Muscle conduction velocity, strength, neural activity, and morphological changes after eccentric and concentric training. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 24, n. 5, p. e343-e352, 2014.

CARESIO, Cristina et al. Muscle echo intensity: reliability and conditioning factors. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 35, n. 5, p. 393-403, 2015.

CHEUNG, Karoline; HUME, Patria A.; MAXWELL, Linda. Delayed onset muscle soreness. **Sports Medicine**, v. 33, n. 2, p. 145-164, 2003.

CHOO, Hui C. et al. Peripheral blood flow changes in response to postexercise cold water immersion. **Clinical physiology and functional imaging**, 2016.

CHRISMAS, Bryna CR et al. A reduction in maximal incremental exercise test duration 48 h post downhill run is associated with muscle damage derived exercise induced pain. **Frontiers in Physiology**, v. 8, 2017.

CONDE, Juan Henrique Szymczak et al. Maximal strength, speed and isokinetic evaluation of power in youth basketball players. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 18, n. 6, p. 45-52, 2015.

CROWTHER, Fiona et al. Team sport athletes' perceptions and use of recovery strategies: a mixed-methods survey study. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 9, n. 1, p. 6, 2017.

DAMAS, Felipe et al. A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy. **Sports Medicine**, v. 45, n. 6, p. 801-807, 2015.

DAMAS, F. et al. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. **Eur J Appl Physiol**, v. 116, n. 1, p. 49-56, Jan 2016a.

DAMAS, Felipe et al. An inability to distinguish edematous swelling from true hypertrophy still prevents a completely accurate interpretation of the time course of muscle hypertrophy. **Eur J Appl Physiol**, v. 116, p. 445-446, 2016b.

DA SILVA, D. P. et al. Comparison of DeLorme with Oxford resistance training techniques: effects of training on muscle damage markers. **CEP**, v. 28, p. 000, 2009.

DAVIES, Rosemary C. et al. Eccentric exercise-induced muscle damage dissociates the lactate and gas exchange thresholds. **Journal of sports sciences**, v. 29, n. 2, p. 181-189, 2011.

DEFREITAS, Jason M. et al. An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 11, p. 2785-2790, 2011.

DVIR, Z. Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas. São Paulo: Manole, 2002.

EBASHI, S.; ENDO, Mi. Calcium and muscle contraction. **Progress in biophysics and molecular biology**, v. 18, p. 123-166, 1968.

EBASHI, Setsuro. Excitation-contraction coupling and the mechanism of muscle contraction. **Annual review of physiology**, v. 53, n. 1, p. 1-17, 1991.

EHLERS, Greg G.; BALL, Thomas E.; LISTON, Linda. Creatine kinase levels are elevated during 2-a-day practices in collegiate football players. **Journal of athletic training**, v. 37, n. 2, p. 151, 2002.

ENOKA, Roger M.; DUCHATEAU, Jacques. Translating fatigue to human performance. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 48, p. 2228-2238, 2016.

ESTON, Roger; PETERS, Daniel. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. **Journal of sports sciences**, v. 17, n. 3, p. 231-238, 1999.

FONSECA, Lillian Beatriz et al. Use of Cold-Water Immersion to Reduce Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness and Preserve Muscle Power in Jiu-Jitsu Athletes. **Journal of athletic training**, v. 51, n. 7, p. 540-549, 2016.

FREITAS, Victor H. et al. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. **Journal of sports science & medicine**, v. 13, n. 3, p. 571, 2014.

FRIDEN, J.; SJÖSTRÖM, M.; EKBLOM, B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. **International journal of sports medicine**, v. 4, n. 03, p. 170-176, 1983.

FUKUCHI, Claudiane Arakaki; DA ROCHA, Emmanuel Souza; STEFANYSHYN, Darren John. Effects of cold water immersion on lower extremity joint biomechanics during running. **Journal of sports sciences**, v. 33, n. 5, p. 449-456, 2015.

GARCIA, Patrícia A. et al. Estudo da relação entre função muscular, mobilidade funcional e nível de atividade física em idosos comunitários. **Revista Brasileira de fisioterapia**, v. 15, n. 1, 2011.

GEEVES, Michael A.; HOLMES, Kenneth C. The molecular mechanism of muscle contraction. **Advances in protein chemistry**, v. 71, p. 161-193, 2005.

GLASGOW, Philip D.; FERRIS, Roisin; BLEAKLEY, Chris M. Cold water immersion in the management of delayed-onset muscle soreness: Is dose important? A randomised controlled trial. **Physical therapy in sport**, v. 15, n. 4, p. 228-233, 2014.

GREGSON, Warren, et al. "Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest." *The American journal of sports medicine* 39.6 (2011): 1316-1323.

GUILHEM, Gaël et al. Effects of air-pulsed cryotherapy on neuromuscular recovery subsequent to exercise-induced muscle damage. *The American journal of sports medicine*, v. 41, n. 8, p. 1942-1951, 2013.

HERNANDEZ, Sara Gabellone. **Influência da crioterapia de imersão em indicadores de dano muscular pós exercício em atletas de triathlon**. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med*, v. 30, n. 1, p. 1-15, Jul 2000.

HORTON, H. Robert et al. **Principles of biochemistry**. Upper Saddle River, NY: Prentice Hall, 1996

HUSKISSON, E. C. Measurement of pain. *The lancet*, v. 304, n. 7889, p. 1127-1131, 1974.

HUXLEY, H. E. The mechanism of muscular contraction. *Science*, v. 164, n. 3886, p. 1356-1365, 1969.

HUXLEY, H. E. Past, present and future experiments on muscle. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 355, n. 1396, p. 539-543, 2000.

JACKSON, Andrew S.; POLLOCK, Michael L. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*, v. 40, n. 03, p. 497-504, 1978.

JOHNSON, Claire. Measuring pain. Visual analog scale versus numeric pain scale: what is the difference?. *Journal of chiropractic medicine*, v. 4, n. 1, p. 43-44, 2005

KENTTÄ, Göran; HASSMÉN, Peter. Overtraining and recovery. *Sports medicine*, v. 26, n. 1, p. 1-16, 1998.

LIXANDRAO, M. E. et al. Vastus Lateralis Muscle cross-sectional area ultrasonography validity for image fitting in humans. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3293-3297, 2014.

MORANDI, Rodrigo Figueiredo et al. Cinética da creatina quinase em jogadores de futebol profissional em uma temporada competitiva. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 13, n. 3, p. 189-194, 2011.

NEME IDE, Bernardo et al. Time course of muscle damage and inflammatory responses to resistance training with eccentric overload in trained individuals. **Mediators of inflammation**, v. 2013, 2013.

NICOLAU, J. C. et al. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre angina instável e infarto agudo do miocárdio sem supra desnível do segmento ST (II Edição, 2007)-Atualização 2013/2014. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 102, n. 3, p. 01-75, 2014.

OSIECKI, Raul et al. The Total Quality Recovery Scale (TQR) as a Proxy for Determining Athletes' Recovery State after a Professional Soccer Match. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 18, n. 3, p. 27-33, 2015.

PASTRE, Carlos Marcelo et al. Métodos de recuperação pós-exercício: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do esporte**, p. 138-144, 2009.

PEIFFER, Jeremiah J. et al. Effect of cold water immersion on repeated 1-km cycling performance in the heat. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n. 1, p. 112-116, 2010.

PEIFFER, Jeremiah J. et al. Effect of cold water immersion after exercise in the heat on muscle function, body temperatures, and vessel diameter. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 1, p. 91-96, 2009.

PILLEN, Sigrid; VAN ALFEN, Nens. Skeletal muscle ultrasound. **Neurological research**, v. 33, n. 10, p. 1016-1024, 2011.

PILLEN, Sigrid et al. Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity. **Ultrasound in medicine & biology**, v. 35, n. 3, p. 443-446, 2009.

PINHEIRO, Scheila Marisa. **Efeito do uso acumulativo da crioterapia por imersão na recuperação de atletas de futebol: ensaio clínico randomizado**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

POURNOT, Herve et al. Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 7, p. 1287-1295, 2011.

PRADO, Fernanda Peres et al. Estresse oxidativo no plasma sanguíneo de indivíduos submetidos ao esforço físico agudo seguido de crioimersão corporal. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 19, n. 3, p. 215-221, 2012.

RAMOS, Gracielle Vieira et al. Cryotherapy reduces inflammatory response without altering muscle regeneration process and extracellular matrix remodeling of rat muscle. **Scientific reports**, v. 6, 2016.

RAMOS, S. P. et al. Effect of cold water immersion performed on successive days on physical performance, muscle damage, and inflammatory, hormonal, and oxidative stress markers in volleyball players. **Journal of strength and conditioning research**, 2017.

REIM, M. et al. Enzyme activities in the cornea epithelium and endothelium of different species. **Ophthalmic Research**, v. 2, n. 3-4, p. 171-182, 1971.

ROSENBERG, Joseph G. et al. Reliability of panoramic ultrasound imaging to simultaneously examine muscle size and quality of the medial gastrocnemius. **Muscle & nerve**, v. 49, n. 5, p. 736-740, 2014.

SALES, Juliana V.F. et al. Expressão do Mg²⁺, CK, AST e LDH em equinos finalistas de provas de enduro. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v.33, n.1, p. 105-110, jan. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-736X2013000100019&lng=pt&nrm=iso&tIng=pt>. Acesso em: 29 nov. 2017.

SCHUMANN, Gerhard; KLAUKE, Rainer. New IFCC reference procedures for the determination of catalytic activity concentrations of five enzymes in serum: preliminary

upper reference limits obtained in hospitalized subjects. **Clinica chimica acta**, v. 327, n. 1, p. 69-79, 2003.

SIRI, William E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Techniques for measuring body composition**, v. 61, p. 223-44, 1961.

SELLERS, James R. Fifty years of contractility research post sliding filament hypothesis. **Journal of muscle research and cell motility**, v. 25, n. 6, p. 475-482, 2004.

SELLWOOD, Kylie Louise et al. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. **British journal of sports medicine**, v. 41, n. 6, p. 392-397, 2007.

SKURVYDAS, Albertas et al. Cooling leg muscles affects dynamics of indirect indicators of skeletal muscle damage. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 19, n. 4, p. 141-151, 2006.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. Métodos de pesquisa em atividade física. Artmed Editora, 2009. ISBN 8536327146.

THOMAS, Tom et al. Reliability and validity of the ultrasound technique to measure the rectus femoris muscle diameter in older CAD-patients. **BMC Medical Imaging**, v. 12, n. 1, p. 7, 2012

TOTSUKA, Manabu et al. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 4, p. 1280-1286, 2002.

VAILE, Joanna et al. Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. **Journal of sports sciences**, v. 26, n. 5, p. 431-440, 2008.

VANDENBOOM, Rene. The myofibrillar complex and fatigue: a review. **Canadian journal of applied physiology**, v. 29, n. 3, p. 330-356, 2004.

VIEIRA, A. et al. The Effect of Water Temperature during Cold-Water Immersion on Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 12, p. 937-943, 2016.

WASSMANSDORF, R. Efeitos da crioterapia de imersão sobre indicadores bioquímicos, neurais e motores de desempenho e a reativação parassimpática em atletas de futebol. 2012.

WEIR, J. P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. **J Strength Cond Res**, v. 19, n. 1, p. 231-40, Feb 2005.

WESTERBLAD, Håkan; ALLEN, David G. Cellular mechanisms of skeletal muscle fatigue. In: **Molecular and Cellular Aspects of Muscle Contraction**. Springer US, 2003. p. 563-571.

WHITE, Gillian E.; WELLS, Greg D. Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from high-intensity exercise. **Extreme physiology & medicine**, v. 2, n. 1, p. 26, 2013.

WHITE, Gillian E.; RHIND, Shawn G.; WELLS, Greg D. The effect of various cold-water immersion protocols on exercise-induced inflammatory response and functional recovery from high-intensity sprint exercise. **European journal of applied physiology**, v. 114, n. 11, p. 2353-2367, 2014.

WOZNIAK, Ashley C. et al. Signaling satellite-cell activation in skeletal muscle: Markers, models, stretch, and potential alternate pathways. **Muscle & nerve**, v. 31, n. 3, p. 283-300, 2005.

YANAGISAWA, Osamu et al. Evaluations of cooling exercised muscle with MR imaging and ³¹P MR spectroscopy. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 35, n. 9, p. 1517-1523, 2003.

YOUNG, Hui-Ju et al. Measurement of intramuscular fat by muscle echo intensity. **Muscle & nerve**, v. 52, n. 6, p. 963-971, 2015.

APÊNDICES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Por favor, leia com atenção as informações contidas abaixo antes de dar o seu consentimento para participar desse estudo.

- a) Você está sendo convidado a participar de um estudo intitulado "EFEITOS DA CRIOTERAPIA DE IMERSÃO SOBRE INDICADORES DE DANO E EDEMA INTRAMUSCULAR APÓS EXERCÍCIO INTENSO EM HOMENS". É através das pesquisas clínicas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas.
- b) O objetivo desta pesquisa é de verificar os efeitos da crioterapia de imersão em indicadores de dano muscular induzido pelo exercício em indivíduos ativos. Em outras palavras, esse estudo busca verificar o que a imersão em água gelada pode trazer de benefícios recuperativos após o exercício. Juntamente será realizada uma avaliação de imagem do músculo da sua coxa, com um aparelho de ultrassom, semelhante ao utilizado para visualização de fetos em mulheres gestantes. Esta avaliação terá duração média de 5 minutos e será repetida em 5 (cinco) momentos sendo eles: (1) antes do exercício; (2) logo após o exercício; (3) logo após sair da água gelada ou após descansar 15 minutos; (4) 24 horas após o exercício e (5) 48 horas após o exercício.
- c) Caso você participe da pesquisa, inicialmente será realizada uma avaliação, onde serão avaliados o seu peso e estatura, além de 7 dobras da pele para a verificação do seu percentual de gordura, você também terá sua Pressão verificada por um médico que estará presente no local. Essa avaliação tem a duração de aproximadamente 10 minutos.
- d) Para a outra etapa de coleta de dados que será realizada num aparelho chamado de dinamômetro isocinético, é importante que você não faça exercícios um dia antes e dois dias depois do exercício para não alterar os resultados desta pesquisa. O dinamômetro isocinético é um aparelho capaz de avaliar a sua força máxima e nele também podem ser montados protocolos de exercícios. Este aparelho tem velocidade constante de movimento e resistência adaptativa a sua força, ou seja, quanto mais força você fizer mais pesado fica o exercício. Você irá realizar um exercício com 4 séries com 10 repetições cada série de extensão e flexão de joelho, com um intervalo de 1 minuto entre as séries. Você irá começar os exercícios com a perna esquerda e logo depois com sua perna direita. Neste protocolo você deverá realizar o máximo de força que conseguir em todas as repetições. Os movimentos acontecerão sempre "contra a máquina", ou seja, tentando frear o movimento dela. Este protocolo tem como objetivo ocasionar dano muscular induzido pelo exercício e pode ser que você sinta dores tardias nas musculaturas trabalhadas. Logo após o exercício você será aleatoriamente (por sorteio) colocado em um grupo experimental, ou seja irá submergir suas pernas até a altura da cintura num tanque com água gelada (a aproximadamente 10°C) durante 15 minutos, ou em um grupo chamado controle, no qual você permanecerá sentado durante 15 minutos. Essa parte da pesquisa tem por objetivo verificar o que acontece no seu corpo quando você realiza exercício intenso e depois entra na água gelada como tentativa de melhorar sua recuperação. O "grupo controle" do estudo serve para comparar o que ocorreu no seu corpo com o que ocorreu no corpo dos que entraram em água gelada. Esse procedimento de exercícios terá duração de aproximadamente 60 minutos e será realizado no Centro de Estudos da Performance Física (CEPEFIS), localizado no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Antes do exercício, você realizará um aquecimento padronizado leve na esteira de 5 minutos. Durante todo o protocolo você estará sendo acompanhado por um médico e por um educador físico. Serão realizadas ao todo quatro coletas de sangue, sendo

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal [rubrica]
 Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE [rubrica]
 Orientador [rubrica]

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
 Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 |
 cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa
 em Seres Humanos do Setor de Ciências da
 Saúde/UFPR.
 Parecer CEP/SD-PB.nº 2362166
 na data de 01/11/2017

elas: (1) antes do exercício; (2) depois do exercício; (3) 24 horas após o exercício e (4) 48 horas depois do exercício, não sendo necessário jejum para tal procedimento. As coletas de sangue serão realizadas por uma médica formada e com experiência em coletas sanguíneas, sendo que serão respeitados todos os princípios de higiene e limpeza, sendo utilizados apenas equipamentos descartáveis, tais como luvas, agulhas, seringas, etc. Para as coletas de sangue, seu braço será higienizado com álcool 70% e depois será perfurado por uma agulha que retirará 4 ml de sangue intravenoso, o equivalente a 1 (uma) colher de chá. Esse sangue será colocado em um tubo específico e armazenado de maneira adequada até ser levado ao laboratório Vicenlab localizado na Av. Vicente Machado, 401 - Centro, Curitiba - PR, o qual fará as análises. Após as análises dos resultados seu sangue será descartado em lixo hospitalar, não o utilizando para outros fins. Durante o exercício você poderá ingerir a quantidade de água que desejar.

e) Como em qualquer exercício intenso, você poderá experimentar algum tipo de desconforto, principalmente relacionado à sensação de dor muscular localizada ou à perfuração do braço para as coletas de sangue. No entanto, esses desconfortos não duram por muito tempo, desaparecendo após poucos minutos da realização das coletas, com exceção da dor muscular que poderá ser forte nas 24 e 48 seguintes ao exercício.

f) Os riscos que envolvem o seu tratamento são: fadiga em decorrência da realização do exercício; dor muscular tardia pela intensidade de esforço nas atividades; tonturas; rápido ou baixo ritmo do coração; mal súbito em função da realização de esforço máximo; leve incômodo no braço em decorrência das coletas de sangue intravenosas. Caso você sinta algum desses problemas durante as etapas de coleta, você deverá informar imediatamente algum membro da comissão avaliadora. Para garantir a sua segurança, caso seja necessário um transporte de urgência, será acionado os serviços da PLUS-SANTÉ (41) 3342-2525.

g) Para tanto você deverá comparecer no Centro de Estudos da Performance Física (CEPEFIS), laboratório que fica no Departamento de Educação Física (DEF) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Campus Botânico, para a realização das avaliações antropométricas e para a realização do protocolo de exercícios. No primeiro dia será realizado o exercício e o protocolo de recuperação sendo os outros dias apenas para a coleta sanguínea e de imagens de ultrassom. Também será necessário que você não pratique nenhuma atividade física durante os dias de avaliação e não consuma produtos derivados de cafeína e/ou álcool durante o mesmo período.

h) Contudo os benefícios esperados são: verificar a sua condição de força atual, utilizar os resultados das coletas para auxiliar nos seus treinamentos, verificar o que ocorre no seu corpo quando você participa de um protocolo de exercícios intenso e logo após é submetido a uma técnica de recuperação.

i) Os pesquisadores, Prof. Dr. Raul Osiecki, professor adjunto do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, e seu aluno de mestrado educador físico esp. Yuri Rafael Dias são os responsáveis pelo seu tratamento e poderão esclarecer eventuais dúvidas a respeito desta pesquisa. Eles poderão ser encontrados pessoalmente de segunda à sexta-feira das 8:00 às 18:00h no Centro de Estudos da Performance Física, Departamento de Educação Física da UFPR, Rua Coração de Maria, 92, BR 116, km 95, Jardim Botânico, ou nos telefones 98832-1011 (Raul) ou 99616-9347 (Yuri), além de contatos via e-mail para: raulk@ufpr.br (Raul) e yuri.dias.personal@gmail.com (Yuri).

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal [rubrica]
Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE [rubrica]
Orientador [rubrica]

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-740
cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa
em Seres Humanos do Setor de Ciências da
Saúde/UFPR.
Parecer CEP/SD-PB nº 2362/06
na data de 01/11/2017.

j) Estão garantidas todas as informações que você queira, antes durante e depois do estudo.

k) Neste estudo poderá ser utilizado um "grupo controle". Isto significa que você poderá não realizar a imersão em água gelada permanecendo 15 minutos sentado logo após o exercício, mas você ainda participará de todas as coletas de sangue e de imagem e poderá fazer parte desse grupo. Fazemos isso para comparar os resultados de quem entrou na água gelada e de quem não entrou para ver se existem diferenças entre eles.

l) A sua participação neste estudo é voluntária. Contudo, se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá solicitar de volta o termo de consentimento livre esclarecido assinado.

m) As informações relacionadas ao estudo somente serão acessadas pelos responsáveis (Raul e Yuri). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **confidencialidade** seja mantida.

n) Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa (exames, medicamentos etc.) não são da sua responsabilidade.

o) Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro.

p) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

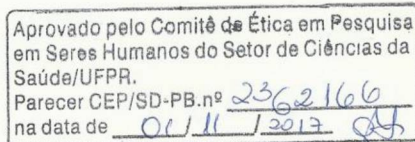
Eu, _____ li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo e entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem que esta decisão afete meu tratamento. Eu entendi o que não posso fazer durante o tratamento e sei que qualquer problema relacionado ao tratamento será tratado sem custos para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

_____ Assinatura do
Avaliado RG: _____

_____ Assinatura do
Pesquisador Responsável
Mdo. Esp. Yuri Rafael Dias
(CREF 24476-G PR) RG: 9.941.220-8

Curitiba, ____ de _____ de 2017.



Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
Rua Padre Camargo, 285 | térreo | Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 |
cometica.saude@ufpr.br - telefone (041) 3360-7259

ANEXOS

ANEXO I

Physical Activity Readiness Questionnaire - PAR-Q (Adams, 1999).

QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica e médica antes do início da atividade física. Caso você marque um SIM, é fortemente sugerida a realização da avaliação clínica e médica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

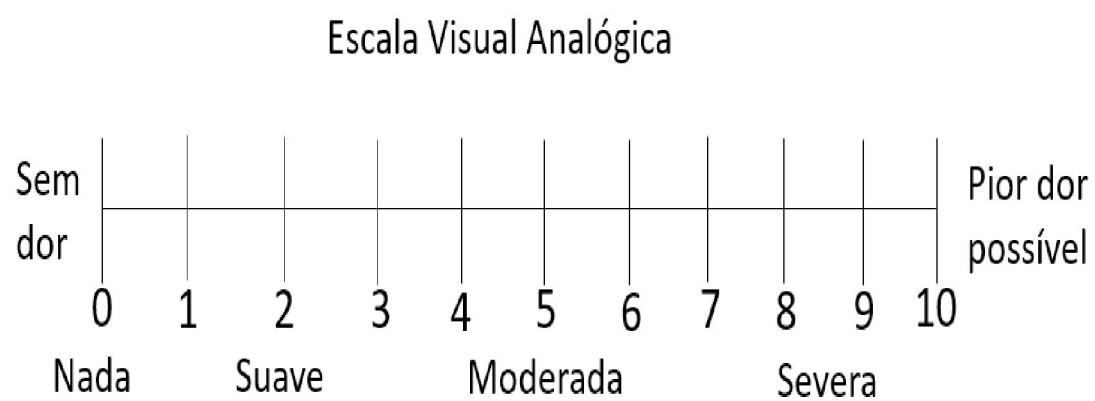
O PAR-Q foi elaborado para auxiliar você a se auto-ajudar. Os exercícios praticados regularmente estão associados a muitos benefícios de saúde. Completar o PAR-Q representa o primeiro passo importante a ser tomado, principalmente se você está interessado em incluir a atividade física com maior frequência e regularidade no seu dia a dia.

O bom senso é o seu melhor guia ao responder estas questões. Por favor, leia atentamente cada questão e responda SIM ou NÃO.

1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?
2. Você sente dor no tórax quando pratica uma atividade física?
3. No último mês você sentiu dor torácica quando não estava praticando atividade física?
4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de tonturas ou perdeu a consciência quando estava praticando atividade física?
5. Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?
6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle da sua pressão arterial ou condição cardiovascular?
7. Você tem conhecimento de alguma outra razão física que o impeça de participar de atividades físicas?

ANEXO II

Escala Visual Analógica de dor utilizada na pesquisa. Adaptado de Huskisson (1974).



ANEXO III

Escala Total Quality Recovery (TWR) adaptada de Kentt  (1998).

<u>Total Quality Recovery (TQR)</u>	
6	Nenhuma Recuperação
7	Recuperação Extremamente Deficitária
8	
9	Recuperação Muito Baixa
10	
11	Recuperação Baixa
12	
13	Recuperação Razoável
14	
15	Boa Recuperação
16	
17	Recuperação Muito Boa
18	
19	Recuperação Extremamente Boa
20	Máxima Recuperação